ANNO II • N. 2

FEBBRAIO 1947

ELETTRONICA

LIRE 100

IN QUESTO NUMERO

ORGANO UFFICIALE DEL RADIO CLUB PIEMONTE

ANNO II
NUM. 2

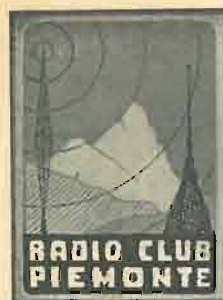
FEBBRAIO
1947

RIVISTA MENSILE DI RADIOTECNICA E TECNICA ELETTRONICA

Organo Ufficiale del «Radio Club Piemonte»

SOMMARIO

REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE - TORINO - Corso G. Matteotti 46 - Tel. 42.514 (Sede provvisoria)
Conto Corrente Postale n. 2/30126 - Autorizzazione P. 325 A.P.B.

Un numero in Italia L. 100 (arretrato L. 150); all'Estero L. 180 (arretrato L. 300)
ABBONAMENTI: Annuo in Italia L. 1000; all'Estero L. 2000; Semestre in Italia L. 550; all'Estero L. 1100
Concess. esclus. per la distribuz. in Italia: C.I.A.S. Compagnia Italo Americana Stampe - FIRENZE - Via Cavour, 13

NOTIZIARIO DEL RADIO CLUB PIEMONTE

IL RADIO-CODICE DEL DILETTANTE

Sul « THE RADIO AMATEUR HANDBOOK », edizione 1947, appare il seguente codice per il dilettante che riportiamo:

Primo

Il dilettante agisce da gentiluomo... Egli non fa uso dell'etere per suo personale divertimento in maniera tale da diminuire il piacere ad altri. Egli resta fermo agli impegni dati dall'A.R.R.L., a nome suo, al pubblico e al governo.

Secondo

Il dilettante è leale... Egli deve il permesso di trasmissione alla American Radio Ralay League (Lega Americana per Radio Trasmissioni) ed offre a questa la sua incrollabile lealtà.

Terzo

Il dilettante è « progressivo »... Egli mantiene la sua stazione bene costruita ed in perfetta efficienza, seguendo il progresso della scienza.

Quarto

I dilettante è ben disposto... Compie una rallentata e paziente trasmissione quanto gli è richiesta, dà un consiglio amichevole e consulenza al principiante, benevola assistenza e cooperazione per l'ascoltatore delle radio diffusioni; questi sono i segni dello spirito del dilettante.

Quinto

Il dilettante è equilibrato... La radio è la sua passione. Egli però non permette mai che questa sua passione vada a scapito di qualsiasi suo dovere verso la sua casa, il suo lavoro, la sua scuola o la sua comunità.

Sesto

Il dilettante è patriota... La sua cultura e la sua stazione sono sempre pronte per il servizio al suo paese, alla sua comunità.

I dilettanti Italiani faranno bene a conformarsi a tale codice improntando il loro radiantismo sulle stesse basi.

Sul punto secondo invece che A.R.R.L. ciascuno potrà sostiuire la sigla del suo cuore.

RIUNIONI

Le diverse sezioni dell'Associazione Commercianti Radio hanno tenuto riunioni il 13 febbraio a Novara, il 14 febbraio ad Asti, il 18 marzo a Biella, il 26 marzo ad Alessandria.

Sono stati esaminati problemi fiscali e di categoria che sono stati ampiamenti discussi.

Ad Asti e Novara è stato deciso di demandare all'ANCRA lo studio e la trattazione di tali problemi che rivestono carattere Nazionale.

A Biella ed Alessandria si è proceduto alla nomina delle cariche sindacali. Presidente del Sindacato di Alessandria è stato nominato il Signor Castelli.

Nostra Rappresentante in Argentina: ASSOCIACION ARGENTINA DE ELECTRO-TECNICOS - BUENOS AIRES

Nostro Corrispondente pubblicitario in Inghilterra: THE CARLTON BERRY COMPANY - LONDRA

NOTIZIARIO COMMERCIALE

CAPITALE ITALO-AMERICANO PER LO SVILUPPO DELLA RADIO IN ITALIA

Uno dei più noti tecnici italiani della radio ha confermato le notizie della costituzione di un gruppo finanziario per la creazione in Italia di un nuovo grande complesso di impianti per la radiodiffusione e la televisione. La costituzione del gruppo infatti è avvenuta in relazione con le previste imminenti variazioni dell'ordinamento radiofonico italiano.

La notizia dell'avvenuta costituzione in Italia di un gruppo finanziario per dotare la penisola di un nuovo grande compelsso di impianti per la radiodiffusione e la televisione è stata accolta con vivo interesse non solo nei circoli tecnici ma anche in quelli politici.

Da «24 ore»

CONGRESSO DEI RADIO COMMERCIANTI

L'ANCRA (Associazione Nazionale Commercianti Radio e Affini) comunica che nel mese di maggio sarà tenuto in una città del centro Italia (Firenze) unitamente all'Assemblea Generale, il secondo Congresso dei Radio Commercianti d'Italia.

In tale occasione verrà pure celebrato l'anniversario della scoperta della Radio.

PER I PROFUGHI DI POLA

I Commercianti Radio di Torino ancora una volta non vogliono essere escondi a nessuno nel dare il loro contributo per alleviare le sofferenze di coloro cui la sorte è matrigna. A tale scopo desiderando dimostrare la loro solidarietà verso chi più di ogni altro è colpito dalla pace impostaci, aprono, tramite la loro Associazione, una sottoscrizione a favore dei profughi di Pola.

Ecco il primo elenco dei sottoscrittori:

Sig. Tirone G., L. 1000 - Sig. Valle E., 1000 - Sig. Portino P. G., 1000 - Ing. Cavicchioli, 1000 - Sig. Valenza D., 1000 - Sig. Astori B., 1000 - Sig. Scamuzzi L., 1000 - Cav. Bosio G., 500 - Ditta Aladina Radio, 500 - Rag. Piacenza, 500 - Sig. Vigna F., 500 - Ing. Tartufari, 200 - Ing. Lo Piparo 200 - Sig. Torrengo R., 200 - Sig. Fino, 200 - Sig. Gino, 100.

Totale L. 9900.

La sottoscrizione rimane aperta. Invitiamo gli assenti a voler offrire il loro contributo, certi che non rimarranno sordi al nostro appello.

LA "TELONDA INTERNATIONAL CORPORATION„ NOMINATA DISTRIBUTRICE PER LA R.C.A. IN ITALIA

Meade BRUNET, Vicepresidente della RCA e Direttore Amministrativo della Sezione Internazionale della RCA, 745 Fifth Avenue, New York, ha annunciato che la "TELONDA INTERNATIONAL CORPORATION„ è stata nominata la distributrice in Italia di tutti i prodotti di "RADIO CORPORATION OF AMERICA„.

G. A. BIONDO, già Direttore della Sezione Vendite per l'Europa della Sezione Internazionale della RCA, è stato eletto Presidente della "TELONDA INTERNATIONAL CORPORATION„ con uffici centrali a New York e branche in Italia, a Roma e Milano. Il Sig. BIONDO fu, durante gli scorsi venti anni, con la RCA e lavorando nella sezione ricerche di ingegneria e nella sezione vendite ed esportazione.

Il Dott. ALESSANDRO BANFI, già Capo Tecnico dell'E.I.A.R. è stato nominato Direttore Tecnico della "TELONDA„ e capo delle branche in Italia.

BOLLETTINO TECNICO GELOSO

Nei prossimi giorni uscirà il Bollettino Tecnico Geloso N. 37 - 38. In esso sono descritti i numerosi nuovi prodotti che la Ditta Geloso mette sul mercato. Prodotti che sicuramente, come i precedenti incontreranno largo successo nel campo dei Radioamatori.

Diamo l'elenco dei prodotti che sono descritti nel Bollettino N. 37-38:

AMPLIFICATORE G. 60A a 7 valvole 60W.
RICEVITORE G. 72R a 5 valvole a 2 e 3 gamme d'onda.
RICEVITORE G. 75R a 5 valvole a 4 gamme d'onda - cambio di gamma a tastiera.
RICEVITORE G. 77R a 6 valvole a 4 gamme d'onda.

E altri prodotti comprendenti gruppi AF, condensatori; trasformatori di MF, altoparlanti, condensatori elettrolitici, ecc.

Gli interessati potranno richiedere il Bollettino alla Redazione del Bollettino, Viale Brenta 29 – Milano.

Coloro che si rivolgono alla nostra Redazione per qualsiasi informazione sono pregati di voler inviare L. 10 in francobolli per la risposta.

NOTE DI REDAZIONE

IL CENTENARIO DI DUE NASCITE: GALILEO FERRARIS e THOMAS EDISON. Cent'anni or sono nascevano due uomini l'opera dei quali ha improntato tutta la civiltà moderna: Galileo Ferraris e Thomas Edison. Il primo, nato il 30 ottobre a Livorno Vercellese (oggi chiamato Livorno Ferraris) nel nostro Piemonte, è morto ancora giovane (Torino 7-11-1897); il secondo nato a Milan nell'Ohio l'11 febbraio si è spento all'età di 84 anni a West Orange (New Jersey) il 18 ottobre 1931. D'indole e di mentalità completamente diversa, una qualità ebbero in comune, l'entusiasmo, la fede, la passione nel proprio ideale di lavoro; qualità senza la quale nulla di grande e di importante può essere compiuto, qualità che è la ragione principale del fascino di cui ciascuno di essi seppe circondarsi. Il primo fu uomo di scienza in cui lo studio e la deduzione logica controllano rigorosamente la fantasia che è invece l'elemento conduttore predominante delle scoperte del secondo.
Il Galileo Ferraris che, completamante disinteressato, non solo non si cura di brevettare il suo motore a campo rotante ma, intento com'è nel perfezionamento della sua invenzione, non si decide neppure a documentarla prontamente, non assomiglia certo a Edison. Questi prende il suo primo brevetto a 15 anni e continua con una serie ininterrotta di essi fino a superare complessivamente il migliaio fra brevetti e privative industriali. Molti di questi hanno scarso valore essendo il frutto del primo momento di entusiasmo non controllato da sufficente ponderazione e dalla necessaria dottrina. Però la genialità di altri (basti pensare alla lampada elettrica ad incandescenza ed al fonografo) è così spiccata che le applicazioni da essi derivate costituiscono tappe fondamentali nel progresso della scienza. Lo spirito un po' mercantile dell'Edison può forse riuscire sgradito alla mentalità dello scienziato che si dedica alla ricerca della verità per se stessa, lungi da mire di interesse immediato e che perciò spesso deplora «l'inventore». D'altra parte è altresì fuori dubbio che grande peso ha lo spirito pratico e realizzatore. E' questo uno dei fattori più importanti che hanno determinato i grandi progressi compiuti dal popolo americano di cui l'Edison è un tipico rappresentante.
Il nostro ideale deve mirare, a mio giudizio, alla fusione delle due qualità così spiccatamente possedute dai due uomini di cui ricorre in quest'anno il centenario della nascita.

CONSULENZA A FAVORE DEI LETTORI. Molti lettori ci hanno scritto e ci continuano a scrivere per avere ulteriori notizie riguardanti sia gli apparecchi descritti nella rivista o, più in generale, gli articoli in essa pubblicati, sia altri argomenti. Spesso inoltre essi invitano la redazione ad aprire una nuova rubrica dedicata alla consulenza e favore dei lettori. Noi abbiamo risposto e dato le informazioni richieste tutte le volte che ci è stato possibile, ma abbiamo sempre visto con perplessità l'apertura di una rubrica di tal genere per le seguenti ragioni:
1) molto spesso i quesiti posti non sono di interesse generale ed in tale caso lo spazio prezioso della rivista non viene utilizzato col massimo vantaggio per la maggioranza dei lettori.
2) una rubrica di tale genere risulta per la redazione molto gravosa ed impegnativa.
Vogliamo esaminare brevemente questo secondo punto. Come è sua abitudine Elettronica intende svolgere con serietà ogni sua iniziativa. Ora, spesso le domande dei lettori, sotto l'aspetto più innocente, involvono problemi complessi e che richiederebbero per essere risolti, oltre che capacità, tempo e ponderazione, talora anche lungo lavoro sperimentale. Come se fosse una cosa da nulla c'è chi chiede per esempio lo schema e il piano di montaggio di un ricevitore da farsi con le tali valvole e il talaltro materiale che è in possesso del postulante; oppure come fare un «tester» o un voltmetro a valvola, o il proprio trasmettitore di determinate caratteristiche, ecc. Ma cari lettori, Elettronica nelle sue descrizioni, od ha riferito, indicandone chiaramente la fonte, quanto è stato pubblicato da altri, oppure, nei suoi articoli originali ha descritto apparecchi che, sotto la responsabilità dell'autore, sono stati effettivamente costruiti e provati. Non sarebbe difficile per chi non avesse il senso di responsabilità che Elettronica vuol conservare, rispondere a domande del genere sopra indicato, ma altrettanto facile sarebbe, anche per chi ha una lunga esperienza, prendere qualche cantonata se il progetto fatto a tavolino non fosse accompagnato dalle prove necessarie. Ed allora? Ciò nonostante, poichè Elettronica vuol conservare ed accrescere il suo prestigio ed il favore che ha incontrato, diremo che qualche idea in proposito si sta maturando sotto forma del tutto nuova. Speriamo che il progetto che vi è in aria possa essere portato in porto ed allora ne riparleremo. Frattanto però osserviamo che, nonostante quanto sopra detto, qualche cosa è già in atto in quanto, come è già stato fatto e come si fa anche in questo numero, vengono pubblicate, preferibilmente nella rubrica delle «Lettere alla Direzione», le lettere dei lettori e le risposte relative che possono avere un interesse di carattere generale. G. D.

LE ANALOGIE ELETTRICHE(*)

Dott. Ing. MARIO MERIGHI

SOMMARIO: Con il metodo delle analogie elettriche è possibile spostare l'indagine sperimentale od analitica da un sistema fisico ad un circuito elettrico equivalente. Infatti esistono relazioni quantitative fra gli elementi passivi e le grandezze attive dei due sistemi. Nell'articolo vengono trattate in modo particolare le analogie elettromeccaniche e vengono portati numerosi esempi. Si discutono infine i problemi che si presentano nella realizzazione pratica.

1. - Introduzione.

Le analogie elettriche sono un'interessante applicazione della tecnica delle correnti deboli, applicazione che permette di condurre su circuiti elettrici l'indagine sperimentale di fenomeni fisici di natura non elettrica.

Il concetto informativo di questo metodo è una logica conseguenza del comune espediente di ricorrere, come esempio chiarificativo del comportamento di un determinato sistema in particolari condizioni, alla considerazione di un altro sistema scelto in un diverso campo della fisica, che, in analoghe condizioni, si comporti in modo simile e che, per la sua natura, si presti a una più facile indagine. A questo proposito ricordiamo, fra i molti, gli esempi idraulici che vengono portati per chiarire concetti elettrici e il notissimo parallelo fra un circuito elettrico oscillatorio e un sistema vibrante meccanico.

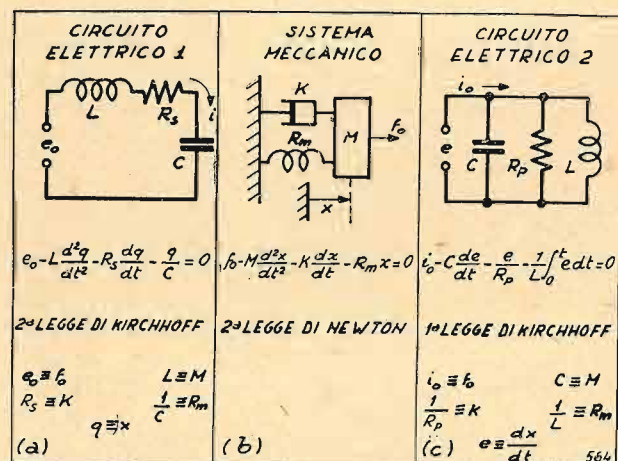



FIG. 1 - Analogie fra un sistema vibrante meccanico (*b*) un circuito oscillatorio in serie (*a*) oppure in parallelo (*c*).

Se ci riferiamo, per fissare le idee, al parallelo circuito oscillatorio-sistema vibrante, è d'immediata intuizione la similitudine qualitativa fra il comportamento dei due sistemi e fra le corrispondenti forme di eccitazioni. Se poi consideriamo più da vicino le equazioni che rappresentano i due fenomeni, vediamo che, valendoci della loro formale similitudine, è possibile stabilire relazioni quantitative fra le grandezze attive e fra gli elementi passivi dei due sistemi (fig. 1). Stabilite tali relazioni quantitative possiamo dire che l'analogia fra i due sistemi è completa, potendosi passare dall'uno all'altro con una materiale sostituzione degli elementi dell'uno con gli elementi dell'altro.

Limitandoci per ora a considerare circuiti con elementi caratteristici costanti e concentrati, possiamo dire che il campo di applicazione delle *analogie elettriche* si estende a tutti quei fenomeni fisici le cui equazioni interpretative sono integro-differenziali di secondo grado, lineari ed a coefficenti costanti; cioè dello stesso tipo di quelle che dànno la distribuzione delle tensioni, delle correnti e delle cariche elettriche nei circuiti della categoria considerata. Però tale limitazione non è affatto assoluta; in primo luogo sistemi ad elementi costanti, distribuiti uniformemente o non, sono sempre riducibili, con opportune approssimazioni, a sistemi a costanti concentrate; in secondo luogo l'impiego di circuiti non lineari, cioè includenti elementi che non seguano la legge di Ohm generalizzata, presenta al di fuori del campo dianzi limitato molte interessanti applicazioni.

Stabilita quindi la possibilità di costruire di un determinato sistema fisico il circuito elettrico equivalente od analogo, si può spostare l'indagine sperimentale o analitica dal primo al secondo. Questo vuol dire nell'enorme maggioranza dei casi, per quanto riguarda l'indagine sperimentale semplificare l'attrezzatura e le prove, e per quanto riguarda l'indagine analitica estendere l'impiego di metodi di calcolo elettrici agli altri campi della fisica, il che può essere in molti casi un non disprezzabile vantaggio.

2. - Analogie elettromeccaniche: generalità ed esempi.

Abbiamo detto nel paragrafo 1 di limitarci a considerare circuiti elettrici con parametri passivi concentrati e costanti; con questa restrizione prenderemo in considerazione soltanto quei sistemi meccanici i cui parametri passivi sono costanti e concentrati o concentrabili con sufficiente approssimazione.

Fra i parametri caratteristici di un tale sistema meccanico o elettrico possiamo distinguere *elementi passivi* e *grandezze attive*, riducibili sempre queste ultime a due: una funzione di livello ed una di intensità, interdipendenti fra di loro secondo una relazione di causa ed effetto.

(*) Pervenuto alla redazione il 10 - 12 - 1946.

Prima di giungere a definire la dualità che lega qualitativamente gli elementi meccanici a quelli elettrici e le relazioni che li vincolano quantitativamente è necessario fare ancora le seguenti osservazioni.

E' subito evidente che agli elementi passivi meccanici (massa o momento di inerzia, rigidezza, coefficiente di attrito viscoso) corrisponderanno gli elementi passivi elettrici (induttanza, capacità, resistenza) e alle grandezze attive meccaniche (forza, momento, impulso, come funzioni di livello; spostamento, velocità, accelerazione, come funzioni di intensità) le grandezze attive elettriche cioè tensione (funzione di livello), corrente o carica elettrica (funzioni di intensità).

Consideriamo ora come grandezze attive elettriche la tensione e la corrente: è sempre possibile di un determinato circuito elettrico costruirne un altro corrispondente, in cui le grandezze attive si sono scambiate la funzione di causa ed effetto, cioè la risposta del primo in corrente, supposto eccitato in tensione, è equivalente alla risposta in tensione del secondo supposto eccitato in corrente.

Da questa intercambiabilità nasce la possibilità di costruire di ciascun sistema meccanico due distinti circuiti elettrici analoghi.

Stabilita però la corrispondenza fra una coppia di grandezze attive dei due sistemi, rimane perfettamente fissata la dualità fra gli elementi passivi, in quanto ciascuno di questi elementi ha una intrinseca, ben definita, funzione operazionale sulla grandezza eccitatrice dipendentemente dalla natura di essa. Teoricamente la scelta di questa coppia è del tutto arbitraria: conviene però limitarsi a quelle corrispondenze con le quali giunge a far corrispondere nella seconda coppia grandezze normalmente considerate e misurate. Con questa limitazione le analogie possibili fra grandezze elettriche attive e grandezze meccaniche attive sono quattro da cui conseguono due dualità tra gli elementi passivi (tabella I).

Restano ancora da stabilire le relazioni quantitative che devono intercorrere tra le grandezze meccaniche e le grandezze elettriche dei due sistemi analoghi perchè il loro comportamento sia quantitativamente equivalente. Riferendoci, per fissare le idee, alla analogia n. 1 di tabella I potremo dire risolto il problema se si definiranno i seguenti rapporti:

$$\frac{V}{F} = a \qquad C \Big/ \frac{1}{R_m} = CR_m = c \qquad \frac{R_e}{K} = e$$

$$I \Big/ \frac{dx}{dt} = b \qquad \frac{L}{m} = d \qquad \frac{\omega_e}{\omega_m} = n$$

Significato dei simboli ed unità di misura

	Grandezze elettriche		Grandezze meccaniche			
			Moto traslatorio		Moto rotatorio	
	Simbolo	Grandezza	Simbolo	Grandezza	Simbolo	Grandezza
ELEMENTI PASSIVI	ohm (Ω) R_e	Resistenza	kg_p sec/cm K	Coefficente di attrito viscoso	kg_p cm sec/rad K	Coefficente di attrito viscoso
	farad (F) C	Capacità	kg_p/cm R_m	Rigidezza	kg_p cm/rad R_m	Rigidezza
	henry (H) L	Induttanza	kg_p sec²/cm m	Massa	kg_p cm sec²/rad J	Momento d'inerzia
GRANDEZZE ATTIVE	volt (V) V	Tensione	kg_p F	Forza	kg_p cm M	Momento
	ampère (A) I	Corrente	cm/sec $\frac{dx}{dt}$	Velocità	rad/sec $\frac{d\varphi}{dt}$	Velocità angolare
	coulomb (C) Q	Carica elettrica	cm x	Spostamento	rad φ	Spostamento angolare
			kg_p sec $\int_0^t F dt$	Impulso della forza	kg_p cm sec $\int_0^t M dt$	Impulso del momento
			cm/sec² $\frac{d^2x}{dt^2}$	Accelerazione	rad/sec² $\frac{d^2\varphi}{dt}$	Accelerazione angolare

TABELLA I - Analogie elettromeccaniche

	Moto traslatorio					Moto rotatorio				
	Grand. meccan.	Grandezze elettriche 1	2	3	4	Grand. meccan.	Grandezze elettriche 1	2	3	4
GRANDEZZE ATTIVE	F	V		I		M	V		I	
	$\int_0^t F dt$		V		I	$\int_0^t M dt$		V		I
	x	Q	I		V	φ	Q	I		V
	$\frac{dx}{dt}$	I		V		$\frac{d\varphi}{dt}$	I		V	
	$\frac{d^2x}{dt^2}$					$\frac{d^2\varphi}{dt^2}$				
ELEMENTI PASSIVI	m	L		C		I	L		C	
	R_m	$\frac{1}{C}$		$\frac{1}{L}$		R_e	$\frac{1}{C}$		$\frac{1}{L}$	
	K	R_e		$\frac{1}{R_e}$		K	R_e		$\frac{1}{R_e}$	
	ω_m	ω_e				ω_m	ω_e			

Come grandezza attiva di intensità si è scelta la corrente, perchè la grandezza che normalmente si misura è la corrente e non la carica elettrica.

Eguagliando la forza di inerzia alla caduta di tensione induttiva, la forza di attrito viscoso alla caduta ohmica, la tensione della molla alla caduta capacitiva, si ottiene un sistema di tre equazioni in sei incognite. Tre delle incognite possono venire arbitrariamente prefissate; conviene fissare a, b ed n tenendo presenti le necessità pratiche di realizzazione e di misura; restano così univocamente determinati i rapporti c, d ed e. La tabella II riassume le relazioni cercate per le quattro analogie possibili.

Applichiamo ora questi principi per studiare il comportamento degli smorzatori ad attrito per vibrazioni torsionali del tipo impiegato sugli alberi dei motori a scoppio, allo scopo di determinarne le condizioni di miglior proporzionamento.

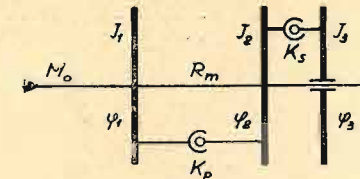
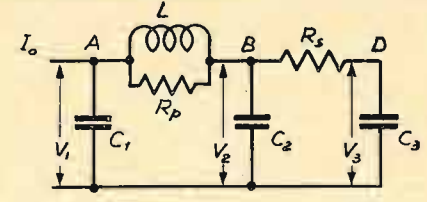
In pratica l'attuazione del circuito analogo ha consentito di completare ricerche meccaniche dirette, già effettuate precedentemente. E' stato possibile valutare gli scostamenti del comportamento del sistema reale dal comportamento del sistema figura 2, cioè di un sistema torsionale semplice costituito da due volani di momento d'inerzia J_1 e J_2 vincolati da una barra di rigidezza R_m e con un coefficiente di smorzamento K_p. Al volano J_2 è accoppiato, attraverso un attrito viscoso di coefficiente K_s, un terzo volano di momento d'inerzia J_3. Sul volano J_1 agisce un momento torcente sinusoidale. In figura 2 sono rappresentati il sistema meccanico in istudio e il suo circuito equivalente ottenuto attraverso l'analogia n. 3 di tabella I.

Le equazioni del sistema meccanico si ottengono applicando la seconda legge di Newton; quelle del sistema elettrico applicando la prima legge di Kirchoff ai nodi A, B e D. Proporzionati gli elementi del circuito elettrico secondo le relazioni di tabella II, sono state misurate le tensioni V_1, V_2, V_3, che risultano proporzionali alle velocità angolari dei tre volani. In figura 3 sono riportate le curve che dànno le ampiezze delle velocità del volano J_2 in funzione della frequenza al variare di K_s.

3. - Esempi riguardanti i regimi transitori.

Dove l'aiuto delle analogie elettriche è particolarmente valido è nello studio di sistemi meccanici in regime transitorio.

Riportiamo in proposito, quale esempio, (bibl. 1) lo studio delle sollecitazioni torsionali dell'albero di un gruppo turbogeneratore-motore nel brusco passaggio dal funzionamento in corto circuito al funzionamento a vuoto e durante un'uscita di parallelo.

Lo schema meccanico e quello elettrico equivalente, ottenuto applicando l'analogia n. 1 di tabella I, sono rappresentati in figura 4.

Per lo studio di tale sistema nei due casi sopra accennati e cioè: *a*) passaggio dal funzionamento in corto circuito al funzionamento a vuoto, *b*) uscita del parallelo, occorre trovare un circuito elettrico di eccitazione che fornisca al circuito elettrico di figura 4 una tensione « analoga » al momento agente sul sistema meccanico (il momento eccitatore meccanico sia nel caso *a*, sia nel caso *b* agisce sul rotore del tuboalternatore, perciò la tensione va applicata ai morsetti *A* e *B*).

Nel caso del brusco passaggio dal funzionamento in corto circuito al funzionamento a vuoto il momento eccitatore è costituito da una componente continua smorzata e da una componente oscillante pure smorzata con armoniche di ordine superiore al primo (bibl. 2).

La tensione analoga a tale momento è ottenuta con il circuito eccitatore di figura 5*a* alimentato dalla batteria *B*. La componente unidirezionale smorzata è ottenuta per mezzo del circuito a resistenza e capacità $R_3 C_3$. Invece la prima e la seconda armonica della componente oscillatoria sono ottenute per mezzo di due circuiti oscillatori $L_4 C_4$ e $L_5 C_5$ di frequenza opportuna smorzati rispettivamente dalle resistenze R_4 ed R_5, a cui si aggiungono quelle del partitore per mezzo del quale le diverse tensioni sono applicate al circuito. Con lo stesso partitore si dosano le ampiezze rispettive delle tre componenti della tensione sollecitante.

Nel caso di uscita di parallelo la coppia sincronizzante ha una componente unidirezionale smorzata e una componente sinoidale pure smorzata (bibl. 2).

La tensione analoga è ottenuta con il circuito eccitatore di figura 5*b*. La tensione unidirezionale smorzata è prodotta nello stesso modo che nel caso precedente, la tensione oscillatoria smorzata si ottiene invece come risultante di due tensioni oscillatorie smorzate in quadratura fra loro, in modo da renderne facilmente regolabile la fase iniziale. La quadratura fra le due tensioni

565

Applicando la seconda legge di Newton:

$$M_0 \operatorname{sen}\omega t = J_1 \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} + K_p\left[\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt}\right] + R_m\left[\varphi_1 - \varphi_2\right]$$

$$0 = J_2 \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} + K_p\left[\frac{d\varphi_2}{dt} - \frac{d\varphi_1}{dt}\right] + K_s\left[\frac{d\varphi_2}{dt} - \frac{d\varphi_3}{dt}\right] + R_m\left[\varphi_2 - \varphi_1\right]$$

$$0 = J_3 \frac{d^2\varphi_3}{dt^2} + K_s\left[\frac{d\varphi_3}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt}\right]$$

$$M_0 = j\omega J_1 \varphi'_1 + \left[K_p - j\frac{R_m}{\omega}\right]\left[\varphi'_1 - \varphi'_2\right]$$

$$0 = j\omega J_2 \varphi'_2 + \left[K_p - j\frac{R_m}{\omega}\right]\left[\varphi'_2 - \varphi'_1\right] + K_s\left[\varphi'_2 - \varphi'_3\right]$$

$$= j\omega J_3 \varphi'_3 + K_s\left[\varphi'_3 - \varphi'_2\right]$$

Applicando ai nodi A, B, D, la prima legge di Kirckhoff:

$$J_0 = j\omega C_1 V_1 + \left[\frac{1}{R_p} - j\frac{1}{\omega L}\right]\left[V_1 - V_2\right]$$

$$0 = j\omega C_2 V_2 + \left[\frac{1}{R_p} - j\frac{1}{\omega L}\right]\left[V_2 - V_1\right] + \frac{1}{R_s}\left[V_2 - V_3\right]$$

$$0 = j\omega C_3 V_3 + \frac{1}{R_s}\left[V_3 - V_2\right]$$

ESEMPIO

$J_1 = 13{,}17$ kg cm sec^2	$0 < K_s < \infty$	$C_1 = 2{,}93$ μF	$R_p = 26\,600$ Ω
$J_2 = 0{,}82$ kg cm sec^2	$K_p = 1{,}8 \cdot 10^4$ kg $\frac{\text{cm sec}}{\text{rad}}$	$C_2 = 0{,}182$ μF	$L = 0{,}1$ H
$J_3 = 1{,}818$ kg cm sec^2	$M_0 = 30$	$C_3 = 0{,}262$ μF	$n = \frac{\omega_e}{\omega_m} = 50$
			$I_0 = 2{,}08$ mA

FIG. 2 - Analogia fra uno smorzatore di vibrazioni torsionali ad attrito viscoso e l'analogo circuito elettrico.

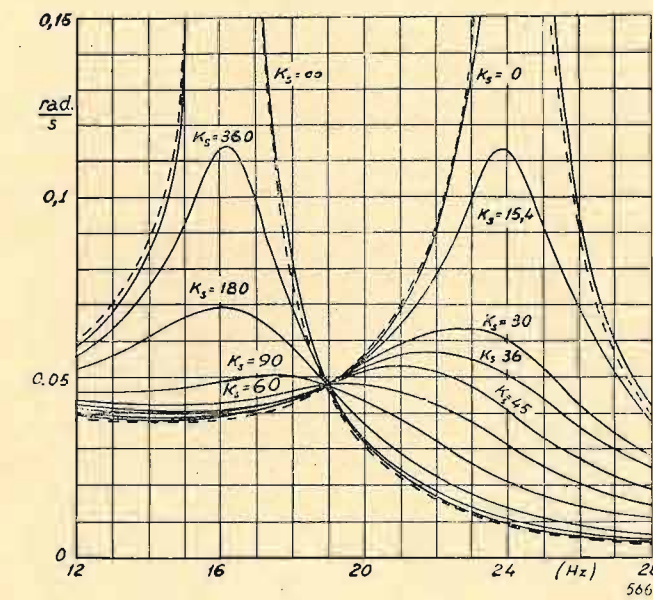



FIG. 3 - Ampiezze delle velocità angolari del volano J_2 (fig. 2) in funzione della frequenza. Le curve a tratto continuo indicano i valori misurati sul circuito elettrico «analogo» (V_2 di fig. 2); quelle a tratti dànno i valori calcolati.

oscillatorie eccitatrici è ottenuta attuando la frazione di partitore relativa ad una delle due tensioni con un'induttanza.

Queste tensioni, in ambedue i circuiti di figura 5, vengono applicate periodicamente al circuito passivo per mezzo di un interruttore rotante in modo da rendere il fenomeno sincronizzabile sullo schermo di un oscilloscopio a raggi catodici. Altri due interruttori sincroni, una volta trascorsa la parte principale del transitorio, pongono in corto circuito periodicamente le capacità del circuito passivo onde eliminare le cariche residue e rendere possibile il ripetersi del fenomeno con le medesime condizioni iniziali.

Nel campo dei sistemi elettromeccanici riportiamo come esempio lo studio di un sistema di regolazione automatica di posizione. Ci riferiamo (bibl. 3) ad un sistema impiegato sui carri armati per mantenere il cannone costantemente in una determinata direzione indipendentemente dal moto del carro in terreno accidentato. Questo servomeccanismo impiega un sistema capace di annullare in modo continuo l'angolo di rotazione relativa fra due elementi, di cui uno di riferimento (nel

TABELLA II - Relazioni quantitative fra grandezze meccaniche ed elettriche

	Moto traslatorio					Moto rotatorio				
	Grand. meccan.	Grandezze elettriche 1	2	3	4	Grand. meccan.	Grandezze elettriche 1	2	3	4
GRANDEZZE ATTIVE	Kg$_p$ F	V $V = a_1 F$		A $I = a_3 F$		Kg$_p$ cm M	V $V = a_1 M$		A $I = a_3 M$	
GRANDEZZE ATTIVE	Kg$_p$ sec $\int_0^t F dt$		V $V = a_2 \int_0^t F dt$		A $I = a_4 \int_0^t F dt$	Kg$_p$ cm sec $\int_0^t M dt$		V $V = a_2 \int_0^t M dt$		A $I = a_4 \int_0^t M dt$
GRANDEZZE ATTIVE	cm x	C $Q = \frac{b_1}{n} x$	A $I = b_2 x$		V $V = b_4 x$	rad φ	C $Q = \frac{b_1}{n} \varphi$	A $I = b_2 \varphi$		Volt $V = b_4 \varphi$
GRANDEZZE ATTIVE	cm/sec $\frac{dx}{dt}$	A $I = b_1 \frac{dx}{dt}$		V $V = b_3 \frac{dx}{dt}$		rad/sec $\frac{d\varphi}{dt}$	A $I = b_1 \frac{d\varphi}{dt}$		V $V = b_3 \frac{d\varphi}{dt}$	
GRANDEZZE ATTIVE	cm/sec^2 $\frac{d^2 x}{dt^2}$					rad/sec^2 $\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$				
ELEMENTI PASSIVI	Kg$_p$sec^2/cm m	H $L = \frac{a_1}{b_1} \frac{m}{n}$		F $C = \frac{a_3}{b_3} \frac{m}{n}$		Kg$_p$cm sec^2/rad J_1	H $L = \frac{a_1 J_1}{b_1 n}$		F $C = \frac{a_3 J_1}{b_3 n}$	
ELEMENTI PASSIVI	Kg$_p$/cm R_m	F $C = \frac{b_1}{a_1 n} \frac{1}{R_m}$		H $L = \frac{b_3}{a_3 n} \frac{1}{R_m}$		Kg$_p$cm/rad R_m	F $C = \frac{b_1}{a_1 n} \frac{1}{R_m}$		H $L = \frac{b_3}{a_3 n} \frac{1}{R_m}$	
ELEMENTI PASSIVI	Kg$_p$sec/cm K	Ω $R_e = \frac{a_1}{b_1} K$		Ω $R_e = \frac{b_3}{a_3} \frac{1}{K}$		Kg$_p$ cm sec/rad K	Ω $R_e = \frac{a_1}{b_1} K$		Ω $R_e = \frac{b_3}{a_3} \frac{1}{K}$	
	ω_m	$\omega_e = n\, \omega_m$				ω_m	$\omega_e = n\, \omega_m$			

caso in esame un complesso giroscopico) e l'altro vincolato alla parte di cui si vuole regolare la posizione (cannone). Simile a questo sono i casi di pilotaggio automatico di navi o di velivoli.

Lo schema è riportato in figura 6. In esso vediamo il servomotore M di comando dell'orientamento del cannone alimentato da un generatore G la cui eccitazione dipende dall'angolo di deviazione fra l'elemento di riferimento A (giroscopio) e l'albero del motore M.

L'angolo da annullare, cioè l'angolo di deviazione, è dunque $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$. Allo scopo un rilevatore B produce una tensione proporzionale all'angolo φ; questa tensione opportunamente amplificata viene applicata all'eccitazione del generatore G il quale di conseguenza applica al motore una tensione proporzionale all'angolo di deviazione. Essendo poi il sistema rilevatore-amplificatore-generatore sensibile al segno dell'angolo φ si ha che la coppia sviluppata dal motore è proporzionale all'ampiezza di questo angolo e ha verso tale da annullarlo.

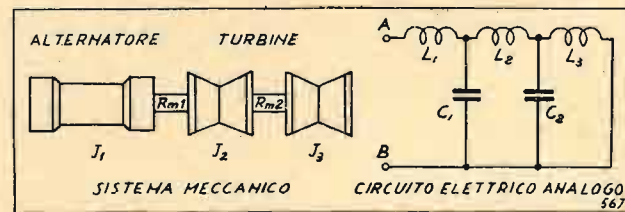



FIG. 4 - Analogie di un gruppo turboalternatore-motore.

In questo esempio si è fatta l'ipotesi che il sistema sia infinitamente pronto, cioè che l'induttanza causata dal flusso disperso rotorico del motore e statorico del generatore sia trascurabile.

Scritta l'equazione del sistema in termini meccanici ed elettrici, applicando l'analogia n. 1 di tabella I, si giunge al circuito di figura 7*a*. La figura 7*b* rappresenta il circuito analogo completo; l'induttanza L rappresenta il momento d'inerzia del rotore del motore e la resistenza R le perdite rotoriche del motore e del generatore. L'analogo del rivelatore dell'angolo di deviazione, cioè dello scarto fra posizione voluta e posizione effettiva, è il condensatore C_0 : infatti la tensione ai suoi terminali è proporzionale alla carica e la carica è proporzionale all'integrale della differenza fra le due correnti i_1 ed i_2 che rappresentano le due velocità di rotazione rispettivamente del sistema guida e del sistema guidato.

Una perturbazione nel sistema, cioè una variazione di φ_1, la si traduce applicando all'entrata del circuito una tensione e proporzionale alla velocità $\frac{d\varphi_1}{dt}$; questo è ammissibile se la corrente i_1 può ritenersi proporzionale ad e cioè se la caduta capacitativa in C_0 è trascurabile rispetto alla caduta ohmica nella resistenza R_0 , inserita nel circuito appunto per questo scopo; ne discende di conseguenza che la capacità di C_0 deve essere grande, questo anche per non turbare il regime del circuito comprendente L ed R. L'amplificatore nel circuito analogo ha il medesimo ufficio che nel sistema reale e la sua tensione di uscita è proporzionale al momento regolatore.

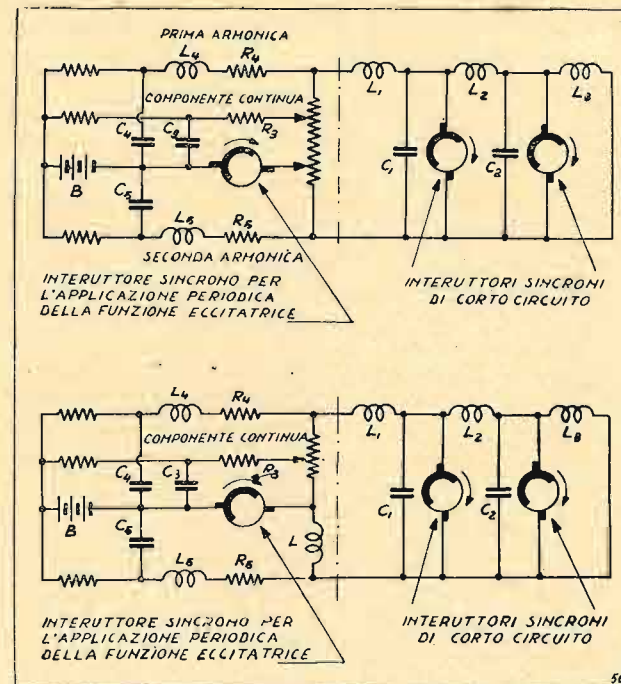



FIG. 5 - Circuito «analogo» del gruppo del turboalternatore-motore e circuito di eccitazione: *a*) per riprodurre il momento dovuto al brusco passaggio dal funzionamento in corto circuito al funzionamento a vuoto; *b*) per riprodurre il momento dovuto all'uscita del parallelo.

Nel caso che il sistema abbia costanti di tempo non trascurabili si introducono questi tempi di ritardo per mezzo di circuiti a resistenza e capacità inseriti fra gli stadi di amplificazione. Con questo metodo, come già si è accennato, è stato studiato e messo a punto il servomeccanismo per il puntamento automatico del cannone sui carri armati americani.

4. - Altri esempi di analogie.

Con i soli mezzi dell'analisi matematica si incontrano difficoltà praticamente insormontabili quando il fenomeno fisico in studio è localizzato in un mezzo a due o tre dimensioni, e quando le costanti caratteristiche del sistema fisico interessato al fenomeno sono distribuite.

E' questo il caso di un flusso termico attraverso un mezzo termoconduttore, omogeneo o no, di forma qualsiasi.

Nell'attuazione del circuito elettrico analogo di un sistema cosiffatto si pratica l'approssimazione di concentrare le costanti del sistema, rappresentando l'infinitesimo elemento di volume, a caratteristiche infinitesime, con un circuito a costanti concentrate finite, ma relativamente piccole, in modo da rendere l'approssimazione accettabile.

Anche qui, di ciascun sistema formato da un mezzo termoconduttore percorso da un flusso di calore, è possibile costruire due circuiti analoghi secondo che la temperatura corrisponde alla tensione o alla corrente.

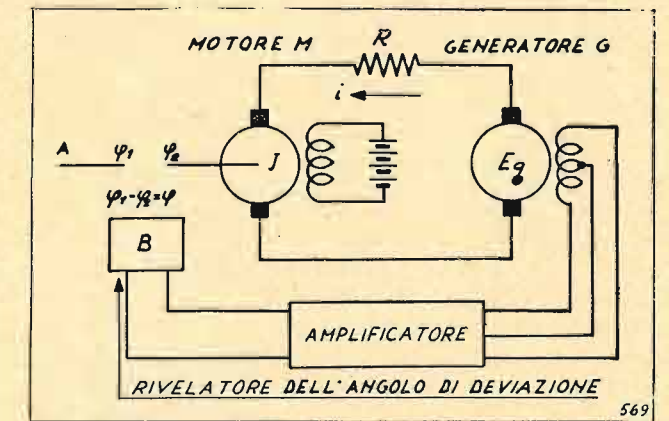



FIG. 6 - Sistema elettromeccanico di regolazione automatica di posizione.
Equazione del circuito d'armatura: $Eg = Ri + g \frac{d\varphi_2}{dt}$
Equazione del momento rotore: $bi = J \frac{d^2\varphi_2}{dt^2}$
Combinazione delle equazioni precedenti in un'unica equazione di momento:
$$\frac{b\, Eg}{R} = J \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} + \frac{bg}{R} \frac{d\varphi_2}{dt} = Mc = K(\varphi_1 - \varphi_2)$$

L'analogia temperatura-tensione è la più pratica perchè evita l'impiego di induttanze che sono difficili da realizzare con perdite trascurabili.

In figura 8 è mostrato un esempio pratico complesso: lo studio della distribuzione delle temperature del rotore di una turbina a gas (bibl. 4). E' stata applicata l'analogia temperatura-tensione e, considerandosi soltanto lo stato di regime, nel circuito non sono stati

inseriti i condensatori che rappresentano le capacità termiche di ciascun elemento in cui è stato diviso, secondo i concetti suesposti, il solido in istudio. Quando, come in questo caso, il sistema in esame ha un asse di simmetria il problema diventa bidimensionale in quanto le temperature dei punti su una stessa circonferenza coassiale sono per simmetria eguali.

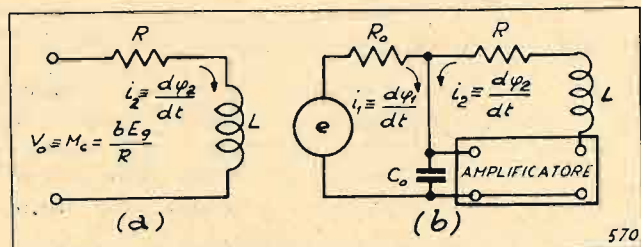



FIG. 7 - *a*) Circuito « analogo » per l'equazione dei momenti, che rappresenta il comportamento del sistema elettromeccanico di regolazione automatica di posizione. *b*) Circuito elettrico « analogo » al sistema elettromeccanico di regolazione automatica di posizione

$$(a) \quad R \equiv C = \frac{bg}{R}; \quad L \equiv J.$$

$$(b) \quad M_c = K(\varphi_1 - \varphi_2) \equiv A(e_1 - e_2); \quad e - e_2 \equiv \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{C_0}; \quad K = \frac{A}{C_0}.$$

Nel campo dell'elettroacustica le analogie hanno già avuto applicazione da parecchio tempo per cui non ci dilunghiamo con esempi. Sono note le equivalenze di microfoni, altoparlanti, rilevatori fonografici, ecc. Nella bibliografia citiamo alcuni articoli in cui si applica questo metodo (bibl. 5 e 6).

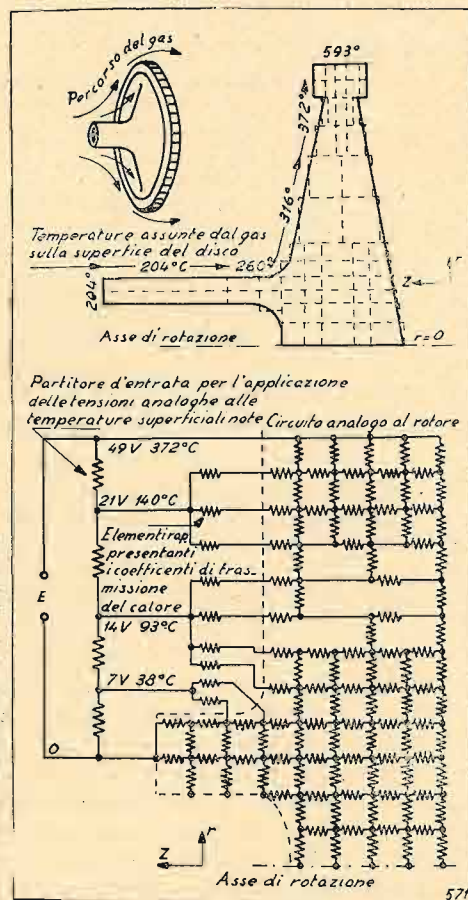



FIG. 8 - Circuito elettrico « analogo » alla distribuzione della temperatura a regime in un rotore di una turbina a gas. Ogni maglia del circuito a destra della tratteggiata corrisponde a un elemento del rotore secondo la suddivisione indicata nella sua sezione. Gli elementi del circuito a sinistra della tratteggiata costituiscono il partitore per l'applicazione delle tensioni analoghe alle temperature rilevate sulla superficie anteriore del rotore.

5. - Attuazione pratica.

Nella realizzazione pratica di una serie di prove di questo tipo si presentano allo sperimentatore tre specie di problemi.

Prima di tutto problemi inerenti la realizzazione degli elementi passivi del circuito. Per le resistenze e le capacità le difficoltà non sono gravi: comuni cassette a decadi rispondono perfettamente allo scopo; per le induttanze le difficoltà sono maggiori: i sistemi vibranti meccanici possono avere perdite bassissime e di conseguenza fattori di merito molto elevati ($Q = \omega m/K$ dell'ordine di 100 e oltre). Ora le perdite di un circuito elettrico oscillatorio sono praticamente quasi tutte localizzate nell'induttanza; è necessario quindi disporre di induttanze con basse perdite alle frequenze acustiche. Non è in generale consigliabile lavorare a frequenze più elevate, per evitare che, col diminuire del valore degli elementi passivi del circuito, l'influenza delle costanti distribuite dei cavi di collegamento, diventi apprezzabile.

L'attuazione di induttanze con basse perdite è ostacolata dalla mancanza di materiali adatti: i nuclei di materiale magnetico conglomerato di elevata permeabilità ed a basse perdite, indispensabili per queste costruzioni, sono difficilmente reperibili nel nostro mercato.

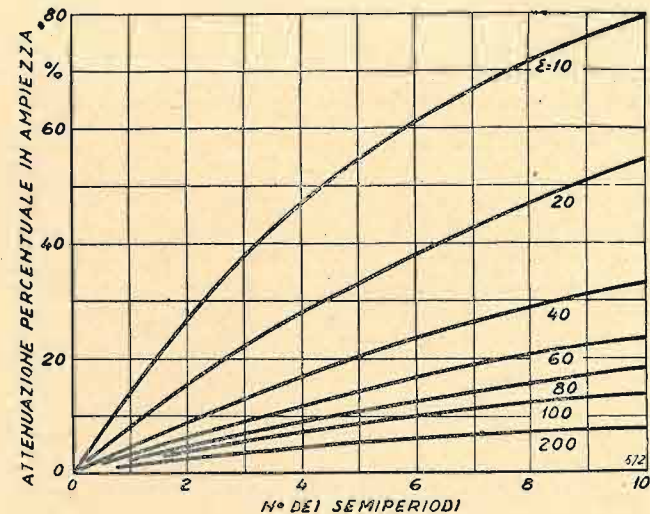



FIG. 9 - Attenuazione percentuale dell'ampiezza, nei successivi semiperiodi, delle oscillazioni in un circuito oscillatorio in funzione del suo coefficiente di risonanza.

In sostanza non è facile costruire induttanze con fattore di merito superiore a 100 a 1000 Hz.

Nello studio del comportamento di sistemi vibranti in regime stazionario l'eventuale discrepanza fra fattori di merito elettrico e meccanico non ha eccessiva importanza.

E' possibile mettersi nelle migliori condizioni di prova facendo coincidere la frequenza di risonanza del sistema con la frequenza per la quale il fattore di merito è massimo mettendosi così in condizioni di minor variazione di esso al variare della frequenza.

Nello studio dei transitori la questione è più grave perchè interessa conoscere le ampiezze delle prime oscillazioni del sistema eccitato.

In un sistema meccanico (bibl. 8) quando lo smorzamento non è introdotto di proposito, l'attenuazione percentuale in ampiezza è al massimo del 4% per ogni periodo, normalmente dell'1%. Perciò come si vede dalla figura 10 sono necessari fattori di merito superiori a 100. L'importanza delle perdite cresce col crescere dei cicli presi in considerazione durante il transitorio.

In secondo luogo si deve affrontare il problema inerente all'eccitazione dei circuiti su cui si prova, cioè la generazione delle grandezze attive.

In regime stazionario l'eccitazione può essere ottenuta con normali oscillatori a tubi elettronici. E' da notare la necessità di svincolare, con resistenze opportune inserite, il circuito su cui si prova dalle caratteristiche interne dell'oscillatore. Per quanto riguarda lo studio dei transitori è necessario che l'eccitazione impulsiva venga periodicamente imposta al circuito passivo in modo da rendere la risposta sincronizzabile sullo schermo dell'oscilloscopio a raggi catodici. Queste eccitazioni vengono prodotte o con opportuni circuiti a tubi elettronici o con circuiti provvisti di interruttori rotanti: la scelta fra i due tipi dipende dalle condizioni particolari della prova. Spesso occorre applicare al sistema più tensioni con opportune differenze di fase.

Il terzo gruppo di problemi che si presenta allo sperimentatore, riguarda la misura delle grandezze incognite, tensioni o correnti. A tale scopo si ricorre normalmente a voltmetri elettronici, usando per le misure di corrente opportuni derivatori (shunt). Vengono anche impiegati frequenziometri il cui tipo dipende dalle frequenze a cui si lavora; per le frequenze acustiche si prestano ottimamente i frequenziometri elettronici a carica e scarica di condensatore. I Q - metri sono indispensabili per la conoscenza delle caratteristiche delle induttanze; particolarmente consigliabile è il tipo basato sulla misura del rapporto, in risonanza, fra la tensione ai terminali della capacità e la tensione di alimentazione in serie di un circuito oscillatorio la cui induttanza è quella in esame.

Nella realizzazione di circuiti includenti elementi elettrici che non seguano la legge di Ohm, ogni caso particolare diventa un problema a sè.

Citeremo come dato orientativo l'impiego di resistori di tirite come analoghi di elementi termici irradianti e l'uso di raddrizzatori a secco, diodi e tiratron polarizzati come inseritori o disinseritori di elementi in circuiti analoghi di sistemi a caratteristiche discontinue.

6. - Conclusione.

Sia dalle generalità, sia dagli esempi precedentemente riportati si vede che le possibilità di questa tecnica sperimentale sono vastissime.

Perchè questo mezzo di indagine possa avere un buon rendimento è necessario che sia applicato opportunamente: a questo proposito è forse indicato fare qualche ulteriore osservazione. E' prima di tutto indispensabile che il tecnico a cui possono presentarsi problemi solubili con questo metodo abbia una buona conoscenza delle possibilità che esso gli offre. Bisogna infatti notare che le analogie elettriche non sono soltanto applicabili utilmente alla soluzione dei problemi più complessi che raramente si presentano al tecnico dell'industria.

Se così fosse sarebbe molto diminuita la loro importanza pratica; ma così non è, anzi un ottimo impiego delle analogie si ha applicandole a quei problemi semplici che frequentemente si presentano, ma che, per il lungo tempo richiesto per la loro soluzione, non vengono il più delle volte risolti con la desiderabile esattezza.

Le analogie elettriche devono quindi essere considerate come una macchina calcolatrice che unisce ai vantaggi di avere grandi possibilità di essere di rapido impiego (quando ci si sia forniti di una buona attrezzatura base), quello di essere relativamente semplice ed economica realizzazione. La precisione dei risultati dipende soltanto dalla qualità delle attrezzature impiegate.

Per dare un'idea approssimativa del risparmio di tempo conseguito con le analogie elettriche possiamo dire che (bibl. 1) il tempo necessario per la risoluzione di un problema meccanico complesso con le analogie è meno del 4% di quello che si sarebbe speso col calcolo diretto.

In effetti il metodo delle analogie rappresenta un considerevole indiscutibile progresso per semplicità, maneggevolezza e precisione.

BIBLIOGRAFIA

1. G. D. Mc Cann a. H. E. Criver: *Solving Complex Problems by Electrical Analogy*. Parte I. - « Machine Design », dicembre 1945, p. 137.

2. R. Richter: *Elektrische Maschinen* - J. Springer, Berlin, 1924.

3. G. D. Mc Cann, S. W. Herwald a. H. S. Kirschaum: *Electrical Analogy Methods Applied to Servomechanism Problems* - « Electrical Engineering », LXV, 1946, p. 91.

4. G. D. Mc Cann a. H. E. Criver: *Solving Complex Problems by Electrical Analogy* - Parte II. « Machine Design », febbraio 1946, p. 129.

5. F. Massa: *Uso dei circuiti elettrici equivalenti per l'analisi sperimentale di sistemi elettroacustici* - « Alta Frequenza », IX, 1940, p. 388.

6. W. P. Mason: *Elettromechanical Trasducers and Wave Filters* - D. Van Nostrand, New York, 1942.

7. H. E. Criver, G. D. Mc Cann a. C. E. Warren: *A New Device for the Solution of transient Vibration Problems by the Method of Electrical - Mechanical Analogy* - « Journal of Applied Mechanics », XII, settembre 1945, n. 3, p. 136.

8. P. G. Bordoni: *Analogie elettromeccaniche* - « Alta Frequenza », IX, 1940, p. 133.

TUBI STABILIZZATORI DI CORRENTE A FERRO IDROGENO (*)

dott. ing. GIANCARLO TATTARA
dell'Ufficio Tecnico della S.T.E.T. - Torino

SOMMARIO. I tubi stabilizzatori di corrente a ferro idrogeno, posti in serie in un circuito di utilizzazione, hanno la caratteristica di ridurre le variazioni di corrente causate sia da variazioni della tensione di alimentazione, sia da variazioni del carico. Tale proprietà è dovuta alla conduzione anomala che si manifesta in un filamento di ferro posto in un'ampolla di vetro contenente idrogeno.
I tubi a ferro-idrogeno, la cui scoperta risale al 1899 e che da più di un trentennio vengono usati nella pratica, non hanno ricevuto ancor oggi una sufficiente divulgazione sia per la mancanza in Italia di una pubblicazione specifica, sia perchè la stessa bibliografia straniera non è su tale argomento molto abbondante.
Nella presente nota, dopo qualche considerazione sui conduttori anomali, viene trattato il problema in forma generale dimostrando la regione della scelta del ferro e dell'idrogeno come costituenti del tubo. Si calcolano poi coefficienti di stabilizzazione e si fanno infine alcune considerazioni di carattere pratico.

1. Generalità sulla conduzione anomala.

E' noto che un conduttore soddisfa alla legge di Ohm quando il rapporto R fra la d.d.p. V applicata ai suoi estremi e la corrente I che circola in esso è costante:

$$\frac{V}{I} = R \qquad [1]$$

Tale costante R viene chiamata «resistenza» od anche «resistenza a corrente continua» del conduttore.

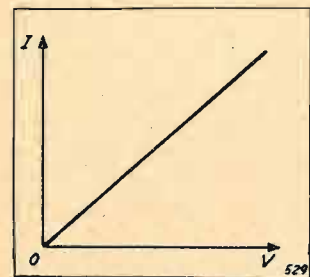



FIG. 1 - Caratteristica tensione-corrente di un conduttore che soddisfa alla legge di Ohm (conduz. lineare).

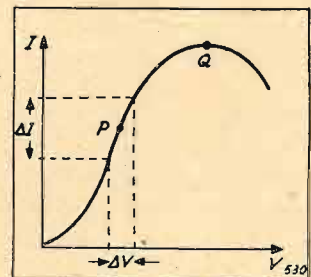



FIG. 2 - Caratteristica di un conduttore che non soddisfa alla legge di Ohm (conduz. anomala).

In tal caso la caratteristica tensione-corrente, vale a dire il diagramma cartesiano della funzione $I = I(V)$, risulta rettilineo (fig. 1).

A tale legge soddisfano con buona approssimazione quasi tutti i metalli ed elettroliti in condizioni normali.

In certi conduttori però il rapporto V/I, al variare di V o di I, non rimane costante, ma varia. Tali conduttori, che vengono detti «anomali» o «anormali», hanno perciò caratteristiche tensione-corrente che non risultano rettilinee, ma assumono, a seconda dei tipi e delle condizioni fisiche in cui si trovano, forme svariate; un esempio è dato dalla figura 2. A tale anomalità, come è noto, sono soggette in genere tutte le conduzioni nei gas (archi elettrici, tubi a luminescenza, ecc.), nei metalli a temperature molto alte (filamenti incandescenti) o molto basse (fenomeno della superconduttività), in certi contatti particolari (raddrizzatori a secco), nel vuoto per effetto termoelettronico (tubi elettronici), ecc.

In questi casi, per ogni condizione di funzionamento corrispondente ad un punto P della caratteristica (fig. 2), oltre alla resistenza a corrente continua definita dalla [1], si chiama «resistenza differenziale» o «resistenza a corrente alternata» del conduttore il rapporto:

$$\frac{\Delta V}{\Delta I} = R^* . \qquad [2]$$

E' da notare che in certi intervalli di funzionamento, la resistenza differenziale R^* può risultare anche negativa (per un aumento della tensione una diminuzione della corrente e viceversa). A ciò corrisponde una pendenza negativa della caratteristica tensione-corrente di cui un esempio è dato dalla porzione a destra del punto Q in figura 2.

2. Generalità sugli stabilizzatori di corrente a conduzione anomala [1].

Si supponga di applicare agli estremi di un conduttore anomalo, avente la particolare caratteristica tensione-corrente rappresentata in figura 3, una tensione variabile entro i limiti estremi V' e V''. In tal caso la corrente che attraversa il conduttore non varia ma rimane perfettamente costante. Ponendo ora un tale conduttore in serie con il carico di utilizzazione, la corrente che circola rimane costante indipendentemente dalle variazioni della tensione di alimentazione o del carico ottenendo così la stabilizzazione voluta.

(*) Pervenuto alla redazione il 2-XI-1946.

(1) Per le considerazioni di carattere generale sugli autoregolatori di tensione e di corrente vedi: G. DILDA «*Autoregolatori di tensione a ferro saturo*» «Elettronica», I, 1946, p. 102.

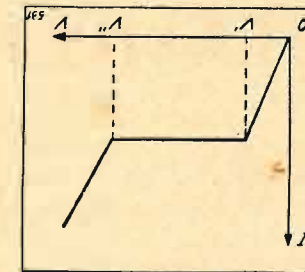



FIG. 3 - Caratteristica tensione-corrente schematica di uno stabilizzatore di corrente a conduz. anomala.

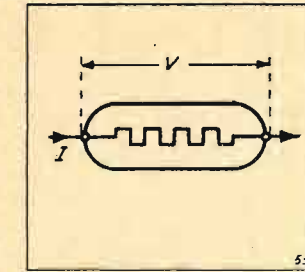



FIG. 4 - Simbolo indicante uno stabilizzatore di corrente a conduz. anomala.

Nell'intervallo V' V'' è $\Delta I = 0$, vale a dire, per la [2], la resistenza differenziale è infinita.

Uno stabilizzatore di corrente a conduzione anomala, può quindi essere paragonato ad una resistenza il cui valore varia automaticamente proporzionalmente alla tensione applicata in modo da mantenere costante la corrente che la attraversa.

3. Principio di funzionamento.

Si consideri ora un tubo costituito da un filamento metallico posto in un'ampolla di vetro (fig. 4) contenente un gas inerte, tale perciò da impedire l'ossidazione del metallo.

Siano:

$R = R(T)$, la resistenza elettrica del filamento, funzione della temperatura T [2] e della natura del metallo;

$Q = Q(T)$, la perdita d'energia termica nell'unità di tempo, pure funzione della temperatura T del filamento, della natura e della pressione del gas racchiuso nell'ampolla e della temperatura dell'ambiente esterno.

Si ha la relazione $V \cdot I = Q$ dalla quale, tenendo conto della [1], si ottiene:

$$I = \sqrt{Q/R} \qquad [3]$$

Eguagliando a zero la derivata della [3] fatta rispetto alla temperatura e moltiplicando per T, si ottiene [3]:

$$\frac{T}{Q}\frac{dQ}{dT} = \frac{T}{R}\frac{dR}{dT} . \qquad [4]$$

Questa è la condizione necessaria a cui devono soddisfare Q ed R affinchè la corrente I che attraversa il tubo rimanga costante al variare della tensione V applicata.

In generale Q ed R sono funzioni alquanto complesse della temperatura T; però, per facilitare l'interpretazione fisica della [4], si può, nelle vicinanze di un certo punto di funzionamento di temperatura T_0, esprimere Q ed R in funzione di T con le seguenti espressioni molto semplici ma sufficientemente approssimate:

$$Q = Q_0\,(T/T_0)^q \quad , \quad R = R_0\,(T/T_0)^r , \qquad [5]$$

nelle quali con Q_0 ed R_0 si sono indicati i valori assunti da Q e da R alla temperatura T_0, e con q ed r coefficenti numerici.

Sostituendo le [5] nei due membri delle [4] si ottiene [4]:

$$\frac{T}{Q}\frac{dQ}{dT} = q \qquad \frac{T}{R}\frac{dR}{dT} = r . \qquad [6]$$

La condizione di costanza della corrente, indicata in generale dalle [4], si riduce allora, per l'ipotesi semplificativa fatta, all'uguaglianza dei due coefficenti numerici:

$$q = r \qquad [7]$$

Il coefficente $r = (T/R)\,(dR/dT)$ per i metalli allo stato fisico normale è circa eguale all'unità; vale a dire, la resistenza elettrica cresce linearmente con la temperatura. Il coefficente $q = (T/Q)\,(dQ/dT)$, invece, se la perdita di calore avviene solo per irraggiamento è circa uguale a 4 (legge di Stefan-Boltzmann), e se avviene anche per conduzione e convezione è minore di 4 ma sempre molto maggiore dell'unità.

Ne risulta che per attuare la condizione di corrente costante occorre scegliere il materiale che consente i più elevati valori di r e le condizioni di dispersione del calore che corrispondono ai più ridotti valori di q.

L'esperienza ha provato che i metalli più adatti per il filamento sono il ferro e il nichel. Essi possiedono, per temperature un po' maggiori del punto di Curie [5], valori di r eccezionalmente elevati ($r = 2 \div 2{,}5$).

Invece il gas, che è preferibile usare per riempire l'ampolla, è l'idrogeno la cui convezione termica è molto elevata. Ciò è dovuto al fatto che, al contrario di quello che succede per l'irraggiamento termico che cresce con la quarta potenza della temperatura, la conduzione e convezione termica, soprattutto per forti differenze di temperatura fra filamento e gas, non crescono che leggermente con la temperatura.

(2) T indica la temperatura assoluta che, com'è noto, è data in gradi Kelvin (°K) da $T = t + 273$ dove t = temperatura in gradi centigradi (°C).

(3) Infatti:

$$\frac{dI}{dT} = \frac{d\sqrt{\frac{Q}{R}}}{dT} = \frac{d\sqrt{\frac{Q}{R}}}{d\,(Q/R)}\;\frac{d(Q/R)}{dT} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{Q}{R}}}\;\frac{R\,(dQ/dT) - Q\,(dR/dT)}{R^2} = 0;$$

perciò $R\,\frac{dQ}{dT} - Q\,\frac{dR}{dT} = O$ da cui, moltiplicando per T, la [4].

(4)

$$\frac{T}{Q}\frac{dQ}{dT} = \frac{T}{Q_0\,(T/T_0)^q}\;\frac{Q_0\,q\,T^{q-1}}{T_0^q} = q .$$

Analogamente per $\frac{T}{R}\frac{dR}{dT}$.

(5) Punto di Curie: temperatura critica dei metalli ferromagnetici oltre la quale il ferromagnetismo scompare e la sostanza presenta solo proprietà paramagnetiche.

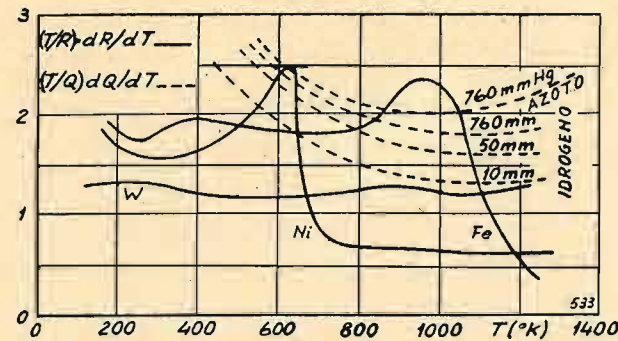



FIG. 5 - Rilievi sperimentali della grandezza $(T/R)\ (dR/dT)$ per il ferro, nichel, tungsteno, e della grandzzza $(T/Q)\ (dQ/dT)$ per l'idrogeno e l'azoto a varie pressioni.

Usando l'idrogeno, si perviene a far predominare la conduzione e convezione sull'irraggiamento e si ottiene così il valore più piccolo possibile per q. E' da notare che essendo l'idrogeno un gas inerte esso non provoca alterazioni del filamento metallico.

Per poter giudicare facilmente come si comportano i diversi gas ed i diversi metalli si sono portati in figura 5 rilievi sperimentali (si veda la bibl.) delle grandezze $(T/R)\cdot(dR/dT)$ (a tratto continuo) e $(T/Q)\cdot(dQ/dT)$ (punteggiato) in funzione della temperatura assoluta T [6]. Nel punto in cui una curva a tratto continuo interseca una curva punteggiata, la corrispondente combinazione metallo-gas possiede la proprietà di mantenere costante la corrente. In tale condizione la caratteristica tensione-corrente del tubo, ricavata sperimentalmente, ha un'andamento rappresentato in figura 6. Si può osservare facilmente che, se la tensione varia da 100 V a 225 V, la corrente varia solo di qualche milliampere. Quando una curva a tratto continuo in figura 5 passa sopra una curva

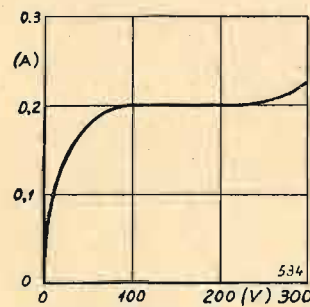



FIG. 6 - Caratteristica di un tubo a ferro-idrogeno rilevata sperimentalmente.

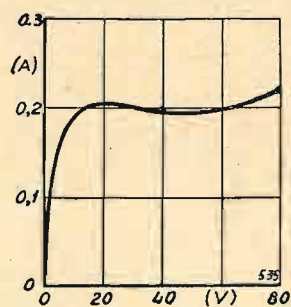



FIG. 7 - Altra caratteristica sperimentale con regione a pendenza negativa.

punteggiata, la corrispondente combinazione metallo-gas fa sì che ad un aumento della tensione applicata corrisponde una diminuzione della corrente. In tal caso la caratteristica tensione-corrente possiede una regione di pendenza negativa (fig. 7). Sempre in figura 5 si può osservare che l'intervallo a pendenza negativa più esteso si ottiene con un filamento di ferro in atmosfera d'idrogeno alla pressione di 10 mm di Hg.

(6) E' da notare che sono state scelte le grandezze $(T/Q)\ (dQ/dT)$ e $(T/R)\ (dR/dT)$ invece di q ed r perchè, a causa del grande intervallo di temperatura considerato nel diagramma, le ipotesi semplificative [5] e conseguentemente le [6] non possono più essere accettate.

4. Caratteristiche tensione-corrente.

Le figure 6 e 7 mostrano due caratteristiche tensione-corrente ottenute sperimentalmente. Ma tali caratteristiche possono essere anche calcolate teoricamente quando si conosca la perdita di energia termica nell'unità di tempo e la resistenza del filamento in funzione della temperatura. Infatti, supposto note le funzioni $Q = Q(T)$ ed $R = R(T)$ ed ammettendo che il filamento abbia una temperatura uniforme su tutta la sua lunghezza, si ha:

$$V = \sqrt{QR}\ , \quad I = \sqrt{Q/R}\ ,$$

da cui, ricavando i valori corrispondenti di V ed I per una serie di valori di T, si può tracciare la caratteristica richiesta.

Le figure 8 e 9 mostrano due serie di caratteristiche tensione-corrente di un tubo a ferro-idrogeno calcolate con questo metodo teorico; la prima, a tem-

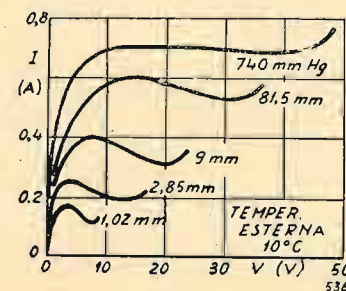



FIG. 8 - Caratteristiche di un tubo a ferro-idrogeno ricavate teoricamente a varie pressioni ed a temperatura esterna costante.

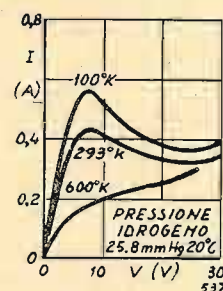



FIG. 9 - Caratteristiche ricavate teoricamente con quantità di gas costante ed a varie temperat. esterne.

peratura esterna costante di 283 °K (= 10 °C) e per diverse pressioni di gas, la seconda, per una quantità di gas costante (corrispondente alla pressione di 25,8 mm di Hg a 20 °C) e per diverse temperature esterne. E' da notare come in quest'ultimo caso esista un massimo della corrente per un determinato valore della tensione, e come la curva subisca, dopo tale massimo, un abbassamento tanto più pronunciato quanto più bassa è la temperatura esterna.

Tutti i suddetti calcoli e diagrammi sono basati su misure della trasmissione del calore di un filamento metallico sottile posto in atmosfera d'idrogeno eseguite dal Busch (bibl. 2), e su misure di resistenza elettrica del ferro purissimo fatte dal Potter (bibl. 3).

La figura 10 confronta una caratteristica calcolata con il metodo descritto (a tratto continuo) (è la stessa di fig. 8 ottenuta con una pressione di 9 mm di Hg) con una c ratteristica rilevata sperimentalmente in condizioni quasi identiche (pressione 10,5 mm di Hg) (tratteggiata). Si può notare che il tratto di curva discendente è molto meno pronunciato nella caratteristica sperimentale. Cio è dovuto al fatto che la temperatura non è uniforme lungo il filamento, come si è supposto teoricamente, ed inoltre non è stabile. Infatti, quando la temperatura su una parte del filamento cresce, cresce la perdita di calore, ma cresce anche lo sviluppo perchè con l'aumento della

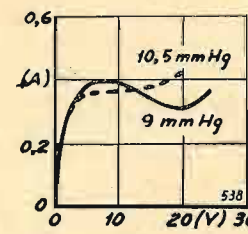



FIG. 10 - Confronto fra una caratteristica sperimentale ed una teorica.

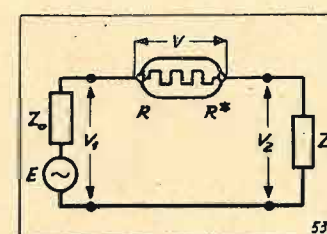



FIG. 11 - Inserzione in un circuito di un tubo stabilizzatore di corrente.

temperatura la resistenza elettrica cresce. Nel tratto a pendenza negativa l'aumento dello sviluppo di calore è più rapido della perdita di calore; perciò la temperatura dell'elemento considerato aumenta ulteriormente. Inoltre, se la tensione ai morsetti del tubo è rimasta costante, il resto del filamento si raffredda. Ciò può dar luogo ad un regime di funzionamento instabile.

Per ovviare a questi inconvenienti, oltre ad usare un filamento molto regolare, è opportuno che la conducibilità termica del filamento sia il più possibile elevata in quanto ciò attenua l'irregolarità della ripartizione longitudinale della temperatura.

5. Coefficienti di stabilizzazione.

Per quanto detto, ponendo un tubo stabilizzatore al ferro-idrogeno in serie con un circuito di utilizzazione (fig. 11), se le variazioni della tensione di alimentazione V_1 (dovute a variazioni della f. e. m. E o della impedenza interna Z_0 del generatore) e del carico Z_u dànno luogo a variazioni della tensione V ai morsetti del tubo tali da mantenere il punto di funzionamento del tubo nell'intervallo orizzontale della propria caratteristica tensione-corrente, le variazioni subite dalla corrente I che circola nel circuito, risultano, se non nulle, almeno molto attenuate.

Per poter indicare la capacità di stabilizzazione fornita dal tubo si può definire un coefficiente di stabilizzazione rispetto alle variazioni della tensione di alimentazione V_1 detto «coefficiente di stabilizzazione a monte», ed un coefficiente di stabilizzazione rispetto alle variazioni del carico Z_u detto «coefficiente di stabilizzazione a valle» [7]. Essi sono definiti dalle relazioni:

$$[8] \qquad \alpha_i = \frac{\Delta V_1 / V_1}{\Delta I / I} = \frac{I}{V_1}\,\frac{\Delta V_1}{\Delta I};$$

$$[9] \qquad \beta_i = \frac{\Delta Z_u / Z_u}{\Delta I / I} = \frac{I}{Z_u}\,\frac{\Delta Z_u}{\Delta I}.$$

E' evidente che un tubo ha un'azione tanto più stabilizzante quanto più grandi sono i suoi coefficienti di stabilizzazione; se poi α_i e β_i risultano infiniti la stabilizzazione è totale, vale a dire, la corrente risulta perfettamente costante malgrado variazioni della tensione di alimentazione e del carico.

(7) Si veda la nota (1).

Per il calcolo del coefficiente di stabilizzazione a monte, supposto Z_u costante, poichè è:

$$[10] \qquad V_1 = (R + Z_u)\ I$$

se la tensione V_1 subisce una variazione ΔV_1 si ha:

$$V_1 + \Delta V_1 = (R + Z_u)\ I + (R^* + Z_u)\ \Delta I.$$

Sottraendo membro a membro la (10) si ottiene:

$$\Delta V_1 = (R^* + Z_u)\ \Delta I$$

per cui la [8] risulta:

$$[11] \qquad \alpha_i = \frac{R^* + Z_u}{R + Z_u}.$$

E' da notare che in tal caso, avendo supposto Z_u costante, le variazioni della tensione $V_2 = Z_u I$ agli estremi del carico risultano anche esse attenuate come la corrente che lo attraversa. Ne segue che il tubo dà luogo non soltanto ad una stabilizzazione della corrente ma anche ad una stabilizzazione della tensione agli estremi del carico purchè questo rimanga costante. Si potrà perciò definire un coefficiente di stabilizzazione della tensione V_2:

$$[12] \qquad \alpha_v = \frac{\Delta V_1 / V_1}{\Delta V_2 / V_2} = \frac{V_2}{V_1}\,\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2}$$

E' facile vedere come tale coefficiente per la tensione sia uguale a quello per la corrente [8]:

$$[13] \qquad \alpha_v = \alpha_i = \frac{R^* + Z_u}{R + Z_u}.$$

Per calcolare il coefficiente di stabilizzazione a valle, supposta costante la f. e. m. E e l'impedenza interna Z_0 del generatore di alimentazione, poichè è:

$$E = (Z_0 + R + Z_u)\ I,$$

se il carico Z_u subisce una variazione ΔZ_u si ha:

$$E = (Z_0 + R + Z_u + \Delta Z_u)\ I + (Z_0 + R^* + Z_u + \Delta Z_u)\ \Delta I$$

Sottraendo membro a membro e trascurando il termine $\Delta Z_u\ \Delta I$ che in pratica è molto piccolo rispetto agli altri, si ottiene:

$$\Delta Z_u\ I + (Z_0 + R^* + Z_u)\ \Delta I = 0$$

da cui, dividendo per Z_u, la [9] risulta:

$$[14] \qquad \beta_i = -\frac{Z_0 + R^* + Z_u}{Z_u}.$$

Il coefficiente β_i è negativo perchè, supposta l'alimentazione costante, ad un aumento di Z_u corrisponde una diminuzione di I e viceversa.

E' evidente che in questo caso, pur risultando attenuata la corrente I, la tensione $V_2 = Z_u I$ agli estremi del carico non risulta attenuata come nel caso precedente, ma subisce variazioni proporzionali a Z_u.

(8) Infatti poichè $V_2 = Z_u\ I$ e quindi $\Delta V_2 = Z_u\ \Delta I$, si ha:

$$\alpha_v = \frac{V_2}{V_1}\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{Z_u\ I}{V_1}\ \frac{\Delta V_1}{Z_u\ \Delta I} = \frac{I}{V_1}\ \frac{\Delta V_1}{\Delta I}$$

che coincide con la [8].

La stabilizzazione totale, cioè le condizioni $\alpha_i = \infty$ $\beta_i = \infty$, si potrà ottenere quando $R^x = \infty$, cioè quando il tubo possiede una caratteristica perfettamente parallela all'asse delle tensioni in tutto l'intervallo della variazione possibile di V.

6. Particolarità caratteristiche di costruzione e di esercizio dei tubi.

Per quanto detto, è evidente che i tubi stabilizzatori a ferro-idrogeno possono funzionare indifferentemente sia a corrente continua sia a corrente alternata. In quest'ultimo caso hanno il notevole vantaggio rispetto agli autoregolatori a ferro saturo [9] che costituendo per se stessi una resistenza puramente ohmica, sono totalmente insensibili alle variazioni della frequenza della tensione di alimentazione e non dànno luogo ad alcuna distorsione nella forma d'onda della corrente che li attraversa.

Un difetto invece di tali tubi è che essi non reagiscono immediatamente alle variazioni della tensione di alimentazione o del carico. Per tubi da 6 A il fenomeno transitorio dura già qualche secondo e tale tempo cresce con il quadrato della corrente. La migliore disposizione del filamento per favorire il suo raffreddamento sarebbe quella di usarlo teso diritto; tuttavia, per limitare l'ingombro, esso viene in pratica disposto a spirale o a zig-zag.

Per ottenere un ampio intervallo di stabilizzazione nella caratteristica tensione-corrente, l'esperienza insegna che la superficie del tubo deve raggiungere almeno qualche centimetro quadrato per watt. Fissata una determinata temperatura ed una determinata sezione del tubo, si può migliorare la dissipazione del calore usando filo di sezione non circolare ma appiattita. La fig. 12 mostra chiaramente come la stabilizzazione risulta migliorata quando il filamento a sezione circolare (caratteristica a tratti) è sostituito con un filamento a sezione appiattita (spessore = 1/30 della larghezza) (caratteristica a tratto continuo).

Nei tubi stabilizzatori per correnti deboli, allorchè sono percorsi da corrente alternata, il filamento, supposto di ferro puro, in seguito alle fluttuazioni della temperatura può deformarsi ed infine rompersi. Si può ovviare a tale inconveniente sia cercando di evitare che le fluttuazioni di temperatura avvengano vicino alla temperatura di 906 °C, punto di transizione fra la struttura austenitica γ e la struttura α del ferro, sia usando filamenti di lega ferro-nichel che non presenta tale transizione di stato.

(9) Si veda la nota (1).

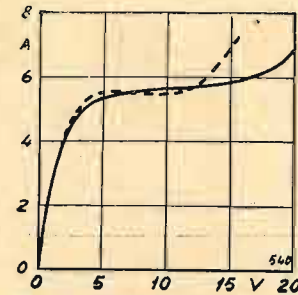



FIG. 12 - Confronto fra la caratteristica ottenuta con un tubo con filamento a sezione circolare (tratteggiata) e quella di un tubo dotato di filamento a sezione appiattita (a tratto continuo). La stabilizzazione in quest'ultimo caso risulta notevolmente migliorata.

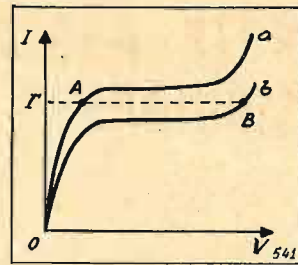



FIG. 13 - Caratteristiche di due tubi stabilizzatori funzionanti in serie e non dotati della stessa corrente di stabilizzazione. Il funzionamento del complesso non è in tal caso possibile in modo corretto.

Dato che l'intensità della corrente nell'intervallo di stabilizzazione è perfettamente fissata è necessario adottare un diverso tipo di tubo per ogni diversa corrente richiesta dal circuito. Pur non essendovi alcuna restrizione riguardo alla massima intensità di corrente, è preferibile, per correnti intense (maggiori di 6 A), connettere più tubi in parallelo dato che, come s'è già detto, il tempo di rimessa in regime aumenta con il quadrato della corrente.

Anche per ogni tensione diversa richiesta ai morsetti del tubo è necessario usare di volta in volta un diverso tipo di tubo. Tuttavia non è richiesto che la tensione corrisponda così perfettamente all'applicazione considerata come nel caso della corrente; basta solamente che le variazioni possibili di tensione cadano nella zona di stabilizzazione del tubo. La disposizione in serie di più tubi allo scopo di farli funzionare con una tensione più elevata di quella per cui sono stati costruiti non è praticamente possibile. Infatti, se due tubi posti in serie non hanno perfettamente la stessa corrente nella zona di stabilizzazione, detta I^1 la corrente che attraversa i due tubi, il punto di funzionamento per quello rappresentato dalla caratteristica a (fig. 13) sarà A, per l'altro invece, rappresentato dalla caratteristica b sarà B. Ciò manifestatamente toglie la possibilità di stabilizzazione del complesso in quanto, allorchè il tubo a inizia la sua funzione stabilizzatrice, il tubo b è già caricato in pieno ed un ulteriore aumento del carico fa uscire il funzionamento dalla zona di stabilizzazione.

B I B L I O G R A F I A

1) J. G. W. MULDER: *Lampes régulatrices de courant* - «Revue Technique Philips», III, 1938, p. 74.
2) H. BUSCH: - «Ann. Physik». LXIV, 1925, p. 401.
3) H. H. POTTER: - «Proc. Physik Soc.», IL, 1937, p. 671.

NOTE AGGIUNTIVE SUL GENERATORE DI OSCILLAZIONI SINOIDALI A RESISTENZA - CAPACITÀ

dott. ing. GIUSEPPE ZANARINI
Direttore tecnico della Magnadyne Radio - Torino

(Vedi «Elettronica» I, n. 10, ottobre 1946, p. 384 - 391).

Per soddisfare alle numerose richieste di schiarimenti pervenute alla Direzione di «Elettronica» ed a me personalmente, espongo brevemente i criteri che debbono guidare lo sperimentatore nella scelta degli elementi termici impiegati come regolatori dell'ampiezza di oscillazione nel generatore sopracitato.

Senza entrare in merito al meccanismo della regolazione, già esaurientemente trattato nel testo dell'articolo (p. 386, II^a colonna) mi riferisco alla figura 1 del medesimo (p. 385 «Schema di principio») per alcune considerazioni essenziali sul valore ohmico che deve presentare la resistenza termica, indicata con R_T.

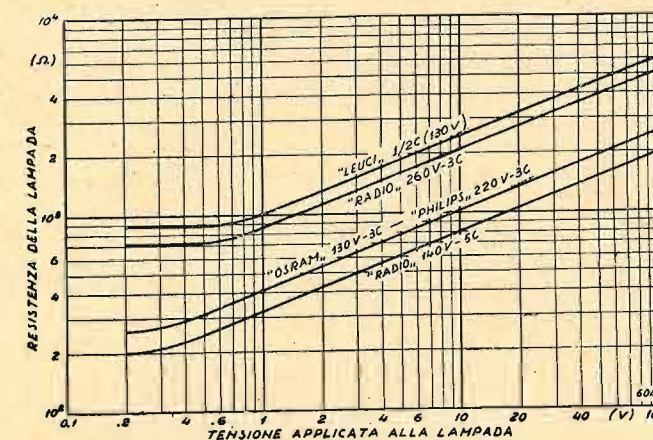



FIG. 1 — Caratteristica "resistenza - tensione" delle lampade provate. Si noti l'andamento perfettamente esponenziale della caratteristica per tensioni superiori a 1 volt per le quali la resistenza R della lampada può essere espressa con buona approssimazione dalla formule: $R = kV^{0,392}$ (ohm, volt eff.; k è il valore della resistenza ad un volt).

Come si rileva immediatamente dalla citata figura, le due resistenze in serie R_T ed R_1, costituiscono un carico che, per le correnti alternative, può considerarsi derivato sul circuito catodico del II° tubo (la reattanza del condensatore C può, infatti, essere trascurata poichè nella gamma di funzionamento deve essere $1/(\omega C_1) << R_1 + R_T$) Onde evitare che la componente alternativa della corrente che fluisce nel II° tubo raggiunga il valore della componente continua (il che darebbe luogo a rilevanti distorsioni di non linearità), è necessario che $(R_1 + R_T)$ non sia inferiore a un limite che, sorvolandone per brevità la determinazione analitica, risulta in questo caso di circa 15 000 Ω.

D'altra parte si dimostra che deve essere, in condizioni di funzionamento a regime, $R_T \simeq 0{,}5$ R_1 talchè ne discende la condizione $R_T > 5000\ \Omega$.

L'irreperibilità, sul nostro mercato, di elementi termici particolarmente adatti per queste applicazioni (1), mi ha indotto a ricorrere all'impiego di comuni lampade a incandescenza il cui filamento, com'è noto, presenta una resistenza ohmica che è fortemente crescente con la temperatura e quindi con la corrente che in esso fluisce. Purtroppo la resistenza ohmica di queste lampade è, però, assai inferiore al limite suaccennato e per di più, la corrente minima con cui incominciano a verificarsi variazioni sensibili di resistenza è, in genere, troppo elevata.

Sperimentando varie qualità di lampade, si è però trovato che due tipi, e precisamente la «Lenci 130 ½C» e la «Radio 260 3C» (fabbricate dalle ditte omonime di Lecco e di Torino rispettivamente), si prestano ad una soluzione di compromesso che consiste nella connessione in serie di cinque elementi. In condizioni di funzionamento a regime (ampiezza di oscillazione eguale a circa 40 volt-punta) viene in tal modo raggiunto per R_T un valore di circa 6250 Ω. In tali condizioni la tensione efficace alternativa ai terminali di ogni lampada è di circa 1,85 volt, valore sufficente per portare il punto di funzionamento nella zona utile della caratteristica «resistenza - tensione» rappresentata, per tali tipi di lampade, in figura 1.

Una riduzione del numero delle lampade, potrebbe essere conseguita sostituendo alcune di esse con una comune resistenza; tale artificio non è però consigliabile perchè riduce alquanto l'efficenza della regolazione automatica dell'ampiezza di oscillazione e toglie perciò al circuito le doti di elasticità che ne costituiscono uno dei maggiori pregi.

Neppure risulta possibile, come potrebbe supporsi a prima vista, raggiungere il valore minimo ammissibile per R_T connettando in serie un maggior numero di lampade di minor resistenza; in tal caso, infatti, la tensione ai terminali di ogni lampada diverrebbe troppo piccola ed il punto di funzionamento si sposterebbe nella zona di invariabilità della caratteristica «resistenza - tensione», della lampada.

In base alle precedenti considerazioni si conclude che come elementi termici posono essere usate lampade a incandescenza il cui filamento presenti una resistenza ohmica a freddo di almeno 900 Ω.

(1) Negli U.S.A., vengono fabbricati elementi termici le cui caratteristiche risultano assai convenienti per applicazioni di questo genere.

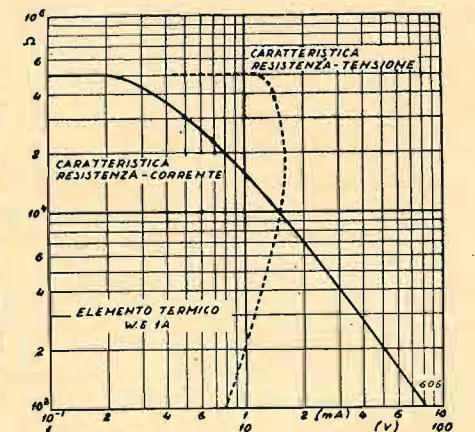



FIG. 2 — Caratteristica "resistenza-corrente" (linea a tratto pieno) e "resistenza tensione (linea tratteggiata) dell'elemento termico W. E. 1 A. Si noti che, contrariamente a quanto si verifica nella maggior parte delle resistenze, la resistenza ohmica dell'elemento diminuisce con l'aumentare della corrente. Questa proprietà consente il raggiungimento di regolazioni efficentissime.

Se ne ha notizia, ad es., da un articolo di Lawrence Fleming (« Thermistor Regulated Low - Frequency Oscillator » - Electronics - XIX, n. 10, ottobre 1946, p. 97) in cui l'Autore descrive un generatore di oscillazioni sinoidali a resistenza - capacità caratterizzato da una gamma di funzionamento compresa tra 1 e 10000 Hz e da una regolazione automatica dell'ampiezza di oscillazione conseguita per mezzo della resistenza termica W.E. 1A di cui riportiamo in figura 2 le caratteristiche (il nominativo della ditta costruttrice non è indicato).

Come si rileva dalla curva « resistenza - corrente », tracciata con linea piena, tale elemento è caratterizzato da una variazione negativa della resistenza in funzione della corrente (nelle lampade a incandescenza la variazione suddetta è, invece, positiva) e da un elevato valore del rapporto $\Delta R / \Delta I$; ciò permette di conseguire facilmente regolazioni efficentissime.

L'elemento W.E. 1A presenta inoltre una resistenza ohmica massima (cioè a freddo), particolarmente elevata (50 000 Ω) che ne consente l'impiego anche in circuiti d'impendenza relativamente alta.

La costante di tempo termica dell'elemento é dell'ordine di 1 secondo: tale elevato valore consente una regolazione efficace anche di oscillazioni di frequenza bassissima senza che si verifichino distorsioni rilevanti della forma d'onda.

LETTERE ALLA DIREZIONE

Spett. ELETTRONICA,

Ho letto sul numero di novembre della Vostra interessante rivista l'articolo di Elio Friggi sui collegamenti radiotelefonici in alta montagna.

Desidero fare presente, al puro scopo di completare la storia dei collegamenti radio in alta montagna, che nel 1933 il sottoscritto con la collaboraione del Dr. Pugliese, ha eseguito un'installazione per il collegamento radiotelefonico fra l'Istituto Mosso al Col d'Olen e il Rifugio Regina Margherita sulla punta Gnifetti (m. 4559) del Monte Rosa.

Chi volesse alcuni dettagli sull'installazione può consultare « Alta Frequenza » dell'ottobre 1933.

L'impianto consisteva in due stazioncine trasmittenti e riceventi separate funzionanti sull'onda di 5 metri. La stazioncina della capanna Gnifetti era alimentata con pile a secco, quella dell'Istituto Mosso con batterie di accumulatori, data la maggiore comodità per la ricarica. Il collegamento avveniva in duplex poichè trasmettitore e ricevitore potevano funzionare contemporaneamente su due onde leggermente diverse.

I due trasmettitori impiegavano due valvole tipo 31 in contro-fase e la potenza applicata alle placche era dell'ordine del watt. I due ricevitori erano del tipo a super rigenerazione.

La distanza fra le stazioni era di 6 km.

Dopo un certo periodo di servizio, allo scopo di evitare l'appuntamento orario per le comunicazioni, venne introdotta la chiamata a campanello dalla Capanna Margherita al Col d'Olen.

L'impianto rimase in consegna ai guardiani del Rifugio e dell'Istituto i quali impararono rapidamente a disimpegnare il servizio.

Dato che questo impianto è il primo sui 5 metri ed il più alto in Europa e che ha avuto il suo periodo di vero e proprio « servizio fisso » ho creduto bene farvelo presente a completamento dell'articolo di Elio Friggi.

13 Febbraio 1947.

Dott. FEDERICO STRADA
Direttore Stabil. FIVRE

Il sig. G. Godano, dell'Agenzia Radio-Marelli di Cavour, ci scrive:

Sono un assiduo lettore di questa rivista, ed a suo tempo venni invogliato a montare l'amplificatore tipo « Mu » allettato dalle qualità esposte nell'articolo descrittivo di detto amplificatore apparso nel n. 5 di codesta rivista. Viste praticamente le pregevoli qualità dell'amplificatore in parola e letto l'articolo del n. 12 riguardante ancora detto amplificatore, vorrei ora montare un amplificatore più potente usando il circuito del n. 12 per pilotare un controfase di 807 in classe AB per la modulazione di una trasmittente, ma mi è sorto il dubbio che la corrente di griglia delle 807 percorrendo le due resistenze da 0,25 MΩ disposte nel circuito di uscita dell'amplificatore « Mu » possa pregiudicare il normale funzionamento del complesso e penso all'opportunità di sostituire le due resistenze con una impedenza con presa centrale.

Vorrete essere così cortesi da aiutarmi a risolvere il quesito?

Cavour, 23 febbraio 1947.

Ecco la risposta redatta dall'ing. Zanarini ideatore dell'amplificatore tipo « Mu » e autore dei relativi articoli.

L'amplificatore di cui a figura 3, pag. 472, del n. 12 di « Elettronica » 1946 si presta esclusivamente per il comando di stadi di potenza in controfase privi di corrente di griglia.

Volendo pilotare due 807 è quindi necessario far funzionare le medesime in classe A o A', ossia senza corrente di griglia; in caso contrario si verificheranno distorsioni non lineari assai rilevanti. Per quanto si è detto, la sostituzione delle due resistenze da 250 KΩ con una impedenza a presa centrale non porterebbe alcun vantaggio, anzi quasi certamente, peggiorerebbe la caratteristica di frequenza dell'amplificatore.

A titolo informativo si rende noto che usando due 4699 Philips in controfase in classe A' possono ottenersi 25 W col 2,5% di distorsione (dati della Casa). Le condizioni di funzionamento sono le seguenti: tensione anodica 300 V: tensione della griglia schermo 325 V; resistenza di polarizzazione catodica 100 Ω; carico anodico (fra anodo e anodo) 5000 Ω; tensione di pilotaggio B. F. per la massima uscita 2 × 15,5 V (punta); massimo consumo anodico (compreso quello delle griglie schermo) 162 mA. Possono pure adottarsi queste altre condizioni: tensione anodica 400 V; tensione di griglia schermo 425 V; corrente anodica massima totale 130 mA; resistenza di polarizzazione catodica 180 Ω; tensione di pilotaggio B. F. per la massima uscita 2 × 17,6 V (punta); carico anodico (tra anodo e anodo) 800 Ω; potenza erogata 26 W; distorsione 5%.

FIVRE

FABBRICA ITALIANA VALVOLE RADIO ELETTRICHE

BOLLETTINO D'INFORMAZIONI

DEL SERVIZIO CLIENTI

ANNO I N. 1
Febbraio 1947

Presentazione.

Il « *Bollettino di informazioni* » che con questo numero inizia le pubblicazioni non vuole essere altro che un mezzo di collegamento tra il Servizio Clienti Fivre e gli innumerevoli radiotecnici sparsi per l'Italia.

In quasi 15 anni di lavoro la Fivre ha immesso sul mercato diversi milioni di valvole di ogni tipo che funzionano su centinaia di migliaia di apparati radio riceventi, trasmittenti e speciali; a diverse migliaia ammontano i tecnici (radioriparatori o progettisti) che lavorano quotidianamente con queste valvole, sparsi in ogni punto della penisola a volte in condizioni disagiate e lontani dai grandi centri industriali, per cui difficile è per loro mantenere un collegamento con l'ambiente radiotecnico ed in particolare con le case costruttrici.

Per colmare almeno una parte di queste lacune e venire incontro a tutto questo mondo di radiotecnici il Servizio Clienti Fivre ha creato questo « Bollettino di Informazioni ».

In esso si parlerà della produzione della Fivre, dei problemi relativi alla sostituzione dei vecchi tipi coi nuovi, delle corrispondenze con i tipi di altre marche, delle modalità e dei circuiti d'impiego delle valvole, delle novità che si stanno preparando in Laboratorio e dei sistemi di misura e di collaudo in uso nelle Sale Prove Speciali, ma specialmente si risponderà ai quesiti che già pervengono numerosi al « Servizio Clienti » ed ai quali non è sempre possibile dare una risposta individuale.

Non verranno trattati argomenti di carattere generale e scientifico che avranno più degna sede in una delle numerose riviste specializzate già esistenti, ma solo questioni di carattere pratico che possano in qualche modo aiutare il quotidiano lavoro dei radiotecnici, i quali sono tutti invitati a scriverci suggerendoci quesiti che saremo lieti di risolvere per loro.

1. - I dati tecnici delle valvole riceventi.

La Fivre ha di recente pubblicato un opuscolo contenente in forma tabellare i principali dati caratteristici di tutte le valvole riceventi fino ad ora da essa costruite. L'opuscolo che è intitolato « Valvole riceventi - Dati Tecnici » consta di 24 pagine con una originale copertina.

È nuovo il criterio col quale sono state composte le varie tabelle; in luogo di farne una unica oppure di suddividerle secondo la tensione di accensione, si sono raggruppati i vari tipi di valvole secondo il loro impiego; in tal modo si sono ottenute tabelle molto più chiare e più complete e nel pari tempo la consultazione ed il confronto delle caratteristiche tra tipi similari è resa più veloce e più facile.

Nel nuovo opuscolo Fivre i 140 diversi tipi sono divisi in 10 tabelle:

1) - convertitori e mescolatori;
2) - amplificatori;
3) - rivelatori amplificatori;
4) - indicatori di sintonia;
5) - amplificatori finali;
6) - raddrizzatori;
7) - tipi per usi speciali;
8) - serie speciale unificata;
9) - vecchia serie per accumulatori;
10) - stabilizzatori di tensione.

Un indice generale dei tipi permette di individuare la tabella nella quale è compreso il tipo ricercato. Le tabelle delle connessioni allo zoccolo e quelle delle dimensioni d'ingombro completano l'opuscolo.

La prima edizione dei « Dati Tecnici » stampata in 5000 copie si è rapidamente esaurita ma è pronta per la distribuzione la seconda edizione nella quale sono compresi 3 nuovi tipi che la Fivre ha realizzato e messo a catalogo nel frattempo.

E' stata aggiunta anche una « tabella delle sostituzioni » per indirizzare il radiotecnico che debba sostituire un vecchio tipo.

Chiunque non fosse ancora in possesso di questa indispensabile pubblicazione ne faccia richiesta al Concessionario della Fivre della propria regione.

2. - Ricambio dei vecchi tipi.

Il ricambio dei vecchi tipi è un problema che assilla tutte le case costruttrici di valvole termoioniche e ciascuna lo ha risolto in modo diverso tenendo conto del suo particolare mercato.

La Fivre, terminate le forzate limitazioni nella varietà dei tipi in fabbricazione dovute alle esigenze belliche, non ha voluto trascurare l'enorme quantità di ricevitori equipaggiati con le sue valvole e rendendosi conto delle serie difficoltà in cui i radiotecnici riparatori si trovano ogni volta che debbano sostituire una valvola di vecchio tipo, ha voluto venir loro incontro ed ha deciso di rimettere in produzione quasi tutti i suoi vecchi tipi.

Questa decisione è stata presa pur rendendosi conto delle enormi difficoltà da superare nell'approvvigionamento del materiale e specialmente nella programmazione del lunghissimo elenco di tipi diversi, ma con la nota elasticità ed efficienza delle sue attrezzature la Fivre conta di risolvere il problema

Tuttavia è necessario che tutti i radiotecnici collaborino con la Fivre per la completa riuscita di questo piano cercando di eliminare negli apparecchi in loro mani via via i tipi più vecchi sostituendoli con altri equivalenti ma di costruzione più recente, in tal modo non solo sarà sempre più facile trovare il ricambio desiderato ma il ricevitore ne risulterà ringiovanito.

Daremo su questo Bollettino istruzioni precise per la sostituzione dei vecchi tipi con i nuovi ed anche l'elenco dei tipi assolutamente sorpassati che la Fivre non vorrebbe più costruire; intanto valgano le seguenti norme generali:

a) - sostituire i tipi con accensione a 2,5 volt con gli equivalenti a 6,3 volt;

b) - sostituire i tipi con vecchio zoccolo (a 4, 5, 6 o 7 piedini) con gli equivalenti a zoccolo octal.

Il Servizio Clienti Fivre risponderà dando dati precisi a qualunque quesito circa la sostituzione di un tipo con un altro di più recente costruzione.

3. - Le nuove valvole studiate dalla FIVRE.

Nella « *Informazione Tecnica n. 8* » del Febbraio 1947 sono descritte le caratteristiche tecniche di 8 nuovi tipi di valvole che la Fivre ha realizzato in laboratorio negli ultimi mesi e per alcuni dei quali è già stata iniziata la costruzione. Ne diamo una breve descrizione:

6TE8 GT e 12TE8 GT - Ampiamente illustrati al paragrafo 4.

6NK7 GT - E' un pentodo a pendenza variabile e con alta trasconduttanza (S=2300 μA/V) adatto quindi per l'amplificazione negli stadi a R.F. o F.I.

12NK7 GT - E' identica alla precedente salvo per l'accensione del filamento che è a 12,6 volt (150 mA). E' quindi adatta per ricevitori del tipo « universale ».

6PX6 G - E' un pentodo finale che può dare 4,5 W praticamente indistorti; sua caratteristica è l'elevata sensibilità di potenza, infatti con soli 4,2 volt efficaci d'ingresso si ottiene la massima potenza d'uscita; ciò a causa dell'elevata pendenza della valvola (9200 μA/V).

6PZ8 G - E' un doppio diodo-pentodo finale. La parte pentodo è identica a quella della 6PX6 G mentre i diodi sono adatti per la rivelazione e per ricavare la tensione per la R.A.S. A causa dell'elevata sensibilità di potenza del pentodo è possibile pilotarlo direttamente con la tensione fornita da uno dei diodi eliminando in tal caso lo stadio preamplificatore.

6SL7 GT - E' un doppio triodo a catodi separati.

I triodi hanno un alto coefficiente di amplificazione (μ = 70). La valvola è particolarmente adatta a realizzare lo stadio di preamplificazione di B.F. (primo triodo) e l'inversione di fase per pilotare uno stadio finale in controfase (secondo triodo). La 6SL7 GT ha tutti gli elettrodi uscenti allo zoccolo ed appartiene quindi alla serie « single ended » (uscita da un sol lato).

6E5 GT - E' un indicatore di sintonia elettricamente identico al noto tipo 6E5 ma realizzato nella veste GT con bulbo cilindrico di piccolo diametro e con zoccolo octal. In tale veste è facilitato il montaggio dell'indicatore nel punto prescelto ed è possibile utilizzarlo anche in ricevitori molto compatti; è evidente agli effetti della normalizzazione il vantaggio dello zoccolo octal. Su questo bollettino daremo per ogni nuovo tipo i principali dati tecnici e le curve di funzionamento. Per dati più dettagliati e per impieghi speciali rivolgersi direttamente al Servizio Clienti Fivre.

4. - I triodi-esodi 6TE8 GT e 12TE8 GT.

Sono triodi-esodi specialmente adatti per essere usati come convertitori di frequenza. In tal caso il triodo funziona come oscillatore e l'esodo come mescolatore. Tuttavia il triodo e l'esodo possono essere usati anche separatamente come amplificatori di bassa, media o alta frequenza.

I due tipi sono strutturalmente e funzionalmente identici, eccettuato che nel circuito di accensione, per il quale valgono i seguenti dati:

Tipo di valvola	6TE8-GT	12TE8-GT
Tensione di accensione (c.c. o c.a.)	6,3	12,6 V
Corrente di accensione	0,3	0,15 A

La veste è quella normale GT (bulbo B031, zoccolo octal GT, cappuccio piccolo); l'ingombro è indicato in figura 1; i collegamenti allo zoccolo sono rappresentati in figura 2.

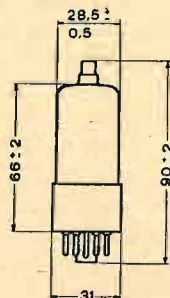
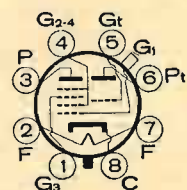
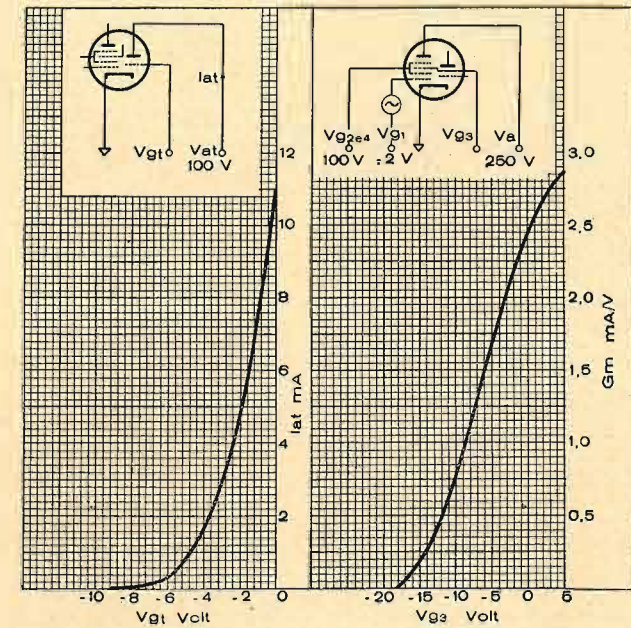
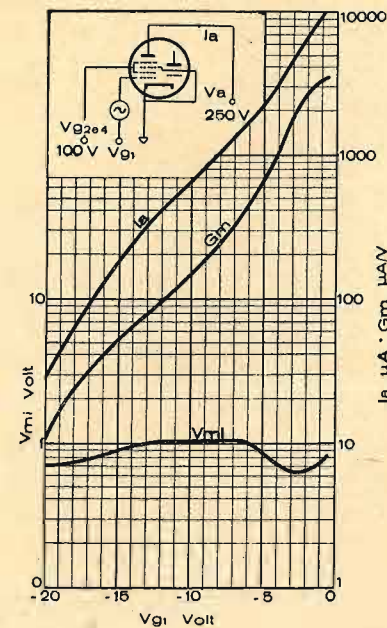



FIG. 1. FIG. 2.

Capacità interelettrodiche (con schermo esterno aderente al bulbo e connesso a massa)

Griglia 1 esodo - anodo esodo	0,002 pF
Griglia 1 esodo - anodo triodo	0,02 pF
Griglia 1 esodo - griglia 3 esodo e griglia triodo	0,25 pF
Griglia triodo e griglia 3 esodo - anodo esodo	0,3 pF
Griglia triodo e griglia 3 esodo - anodo triodo	2,0 pF
Griglia 1 esodo - tutti gli altri elettrodi escluso l'anodo esodo (ingresso R.F.)	4,6 pF
Anodo esodo - tutti gli altri elettrodi escluso la griglia 1 esodo (uscita F.I.)	11,6 pF
Griglia triodo e griglia 3 esodo - tutti gli altri elettrodi escluso l'anodo triodo (ingresso oscillatore)	11,8 pF
Anodo triodo - tutti gli altri elettrodi escluso griglia triodo e griglia 3 esodo (uscita oscillatore)	3,3 pF

Caratteristiche di intermodulazione.

Caratteristiche mutue del triodo.

Caratteristiche mutue dell'esodo.

FIG. 3.

Limiti massimi di funzionamento

Massima tensione anodica esodo	300	V
Massima tensione di schermo (g_{2-4})	100	V
Massima tensione di alimentazione di schermo	300	V
Massima tensione di griglia 1 esodo	0	V
Massima tensione anodica triodo	125	V
Massima corrente catodica	16	mA

Condizioni normali di funzionamento come convertitore di frequenza

Tensione anodica esodo	100	250	V
Tensione di schermo	55	100	V
Tensione di griglia 1	-1,25	-2	V
Tensione anodica triodo	100	100	V
Resistenza di griglia triodo	50	50	kΩ
Transconduttanza di conversione	450	650	μA/V
Resistenza interna	1	1	MΩ
Corrente anodica esodo	2,6	3,7	mA
Corrente di schermo	2,6	3,8	mA
Corrente anodica triodo	3,4	3,4	mA
Corrente di griglia oscillatore (g3 esodo e griglia triodo)	200	200	μA
Corrente catodica totale	7,2	10,5	mA

Condizioni normali di funzionamento dell'esodo come amplificatore

Tensione anodica	100	100	250	250	V
Tensione di griglia 1	-1	-9	-2	-27	V
Tensione di schermo	50	50	100	150	V
Tensione di griglia 3	0	0	0	0	V
Corrente anodica	2,4	—	6,7	—	mA
Corrente di schermo	1,1	—	1,5	—	mA
Transconduttanza	1800	18	2600	26	μA/V
Resistenza interna	0,36	1	0,6	10	MΩ

Condizioni normali di funzionamento del triodo come oscillatore

Tensione anodica	100	V
Corrente anodica (in oscillazione)	3,4	mA
Corrente di griglia (in oscillazione) con Rg=50 kΩ	200	μA
Corrente anodica all'innesco	11	mA
Coefficiente di amplificazione per Vg=0	22	V/V

Condizioni normali di funzionamento del triodo come amplificatore a resistenza-capacità

Tensione anodica di alimentazione	250	250	V
Resistenza di carico anodica	200	200	kΩ
Tensione di polarizzazione di griglia	-2	-4	V
Corrente anodica	1	0,86	mA
Amplificazione	15	12	V/V

L'uso tipico della 6TE8 GT e della 12TE8 GT è, come si è detto, quello corrispondente al funzionamento come convertitore di frequenza. Queste valvole riuniscono infatti nello stesso involucro una sezione oscillatrice ed una sezione mescolatrice e quindi presentano il vantaggio di consentire di realizzare con una sola unità circuiti di conversione con eccitazione indipendente. L'accoppiamento tra l'oscillatore ed il mescolatore si realizza semplicemente collegando direttamente il piedino 1 con il piedino 5.

La tensione di schermo deve essere ottenuta con un divisore di tensione a bassa resistenza.

La dolce pendenza delle caratteristiche di queste valvole verso l'interdizione, può essere sfruttata per realizzare la regolazione di sensibilità dei ricevitori.

Generalmente è necesario schermare completamente queste valvole per evitare dannosi accoppiamenti tra i loro circuiti e quelli degli altri stadi.

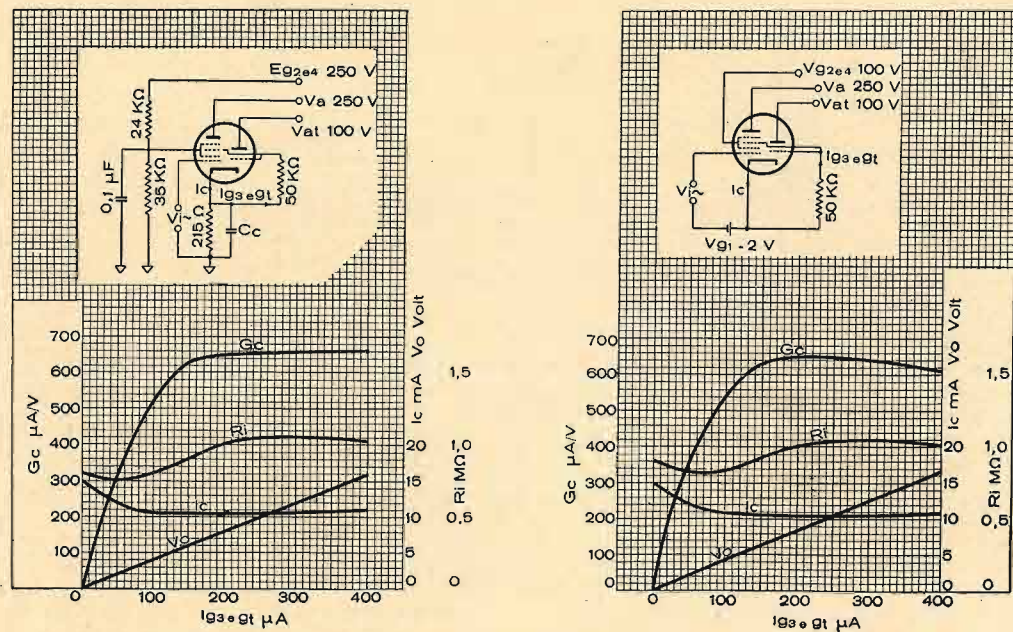
La 6TE8-GT e la 12TE8-GT si prestano anche ad essere utilizzate con le due sezioni triodo ed esodo inserite in due circuiti a diversa frequenza, in grazia dell'alto grado di schermatura esistente tra le due sezioni. Si ha così una grande elasticità di impiego, che può essere sfruttata nelle più svariate realizzazioni.

Caratteristiche di funzionamento

FIG. 4.

5. - Sostituzione delle 6R, 6RV, 6T, 6TP.

Questi tipi fanno parte della serie speciale che fu unificata per gli apparecchi militari; tutti i nuovi apparati dell'Esercito li adoperano largamente ed anche alcuni della Marina e dell'Areonautica; può perciò accadere assai facilmente che un tecnico trovi a dover sostituire uno di questi tipi senza disporre del ricambio e debba forzatamente ricorrere ad una altra valvola; quesiti in questo senso sono già pervenuti al Servizio Clienti Fivre.

Incidentalmente diremo qual'è la chiave di queste sigle normalizzate. La cifra indica come il solito la tensione di accensione mentre le lettere hanno il seguente significato:

R = ricevente
RV = ricevente a pendenza variabile
T = trasmittente
TP = trasmittente di potenza

I 6R e 6RV sono pentodi rispettivamente a μ fisso e a μ variabile. Il primo è all'incirca equivalente alle 6J7 ma si noti che il filamento ossorbe solo 150 mA e che la transconduttanza è assai superiore a quella delle 6J7 (2000 μA/V per la 6R); comunque in molti casi (alimentazione filamenti in parallelo) la 6J7 può sostituire la 6R specie quando questa funziona *a R. F.* o nello stadio di rivelazione, meno perfetta è la sostituzione negli stadi di B.F., di uscita e nel funzionamento come oscillatore perchè in questi casi non è trascurabile la minore mutua e la minore corrente anodica delle 6J7.

Nella sostituzione non occorre nessuna variante ai collegamenti allo zoccolo.

Per sostituire la 6RV si può adoperare la 6K7 o la nuova 6NK7 che hanno entrambe gli stessi collegamenti allo zoccolo; anche in questo caso affinchè la sostituzione sia possibile occorre che i filamenti siano in parallelo con le altre valvole dell'apparecchio poichè mentre la 6RV assorbe una corrente di filamento di 150 mA le 6K7 e 6NK7 richiedono invece 300 mA.

Occorre tenere presente anche la diversa transconduttanza mutua delle tre valvole e ciò sia per aggiustare la eventuale resistenza catodica sia per verificare che la schermatura esterna della valvola sia sufficiente (quest'ultima precauzione è necessaria quando in uno stadio di F.I. si sostituisca la 6RV con la 6NK7).

Per l'impiego in F.I. le resistenze catodiche più adatte sono le seguenti:

6RV e 6NK7 = 200 ÷ 250 ohm
6K7 = 300 ohm

Il tipo normalizzato trasmittente 6T può essere sostituito, col semplice cambio dello zoccolo, dal 6V6 purchè si tratti di un impiego previsto per quest'ultimo tipo e non siano superati i limiti massimi per le tensioni e dissipazioni.

Infatti la 6T ha un funzionamento identico alla 6V6 nel campo di lavoro di quest'ultima, ma può anche fornire maggiori prestazioni di questa; non sarà perciò possibile sostituirla con la 6V6, quando la dissipazione anodica sia superiore ai 12 watt (la 6T può dissipare 15 watt) e la tensione anodica o di schermo superiore ai 250 volt; inoltre se la 6T è adoperata in R.F. sostituendola con la 6V6 si avrà una diminuzione di rendimento poichè questa non ha i sostegni della placca e lo zoccolo in ceramica.

Non potendo ricorrere alla 6V6 dovrà essere adoperata la 6L6 o la 807.

La trasmittente di potenza 6TP può essere in ogni caso sostituita dalla 807 col semplice cambio dello zoccolo portavalvola.

SERVIZIO CLIENTI FIVRE
PAVIA VIA F. FILZI N. 1

E. F. CROWELL (W1 FEC) R. L. PARMENTIER (W1 JXF) ***Trasmettitore per i due metri.*** (Transmitter for 2 meter) «Radio News» XXXV. n. 6, giugno 1946, p. 28-30 con 5 figure.

Con la fine della guerra negli S. U. A. sono state riaperte ai dilettanti le bande dei 5 e dei 10 metri ed inoltre ne è stata assegnata una nuova, quella dei 2 metri (144 ÷ 148 MHz).

FIG. 1 - Schema del trasmettitore per i 2 metri.

Gli autori descrivono in questo articolo un semplice trasmettitore per i 2 metri con possibilità di trasmissione sia in fonia sia in telegrafia. Il trasmettitore impiega complessivamente 5 tubi (fig. 1).

La parte di circuito a radio frequenza usa due tubi HY 75 [1] mentre il modulatore fa uso di un tubo 6J5 (6C5) amplificatore microfonico e di un tubo 6N7 di potenza in classe B.

Nel circuito di griglia non vi è alcuna regolazione di sintonia perchè si è preferito utilizzare il trasmettitore su una frequenza fissa.

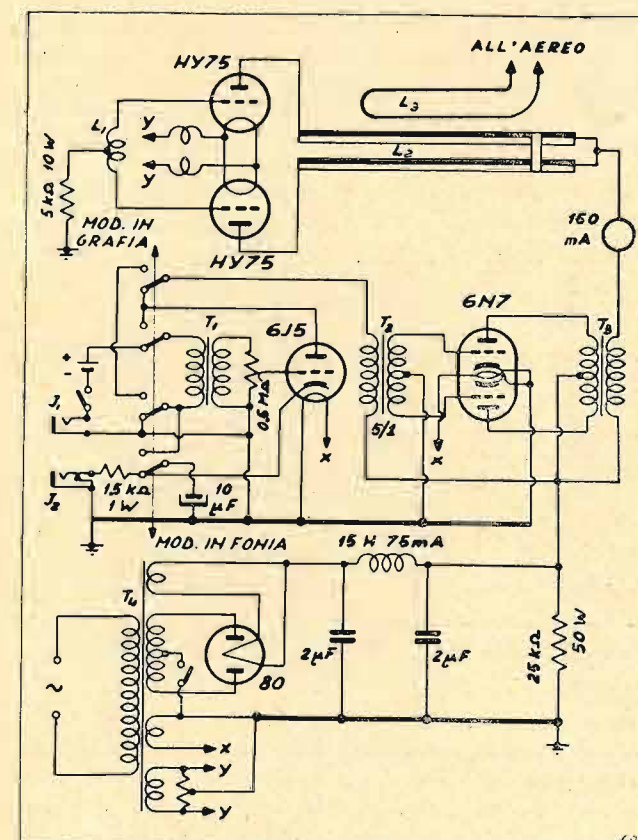
In realtà è possibile variare un poco la frequenza di lavoro avvicinando o allontanando le spire della induttanza di griglia.

Il carico anodico è costituito da una linea di Lecher con ponticello di corto circuito spostabile.

Tutte le parti sottoposte a radiofrequenza sono state isolate o distanziate in Polistirene [2] che ha dato, secondo gli autori, risultati veramente buoni.

La linea Lecher di placca è stata costruita con due tubi di rame del diametro di 11 mm e della lunghezza di 254 mm ciascuno. Gli assi di questi due tubi sono distanti 22 mm. La figura 2 fornisce tutti gli altri dati di montaggio.

La bobina di griglia è avvolta con diametro interno di 13 mm ed è composta di 4 spire di rame smaltato diametro 2 mm; in tutto è lunga 25,4 mm. Al suo centro elettrico è saldata la resistenza di 5000 ohm 10 Watt mostrata dallo schema ed ai suoi estremi sono fissati due cappucci di griglia per inserirla sulle griglie dei tubi. Sui filamenti dei due tubi sono previste due induttanze di arresto per l'alta frequenza eseguite con 10 spire di filo di rame smaltato diametro 1,2 mm avvolte con diametro interno di circa 10 mm.

La modulazione è effettuata con sistema Heising per controllo della tensione anodica effettuata tramite trasformatore sull'uscita della 6N7.

(1) Si pensa che in mancanza di tali tubi, che non sono disponibili sul mercato italiano, possono essere usati i tubi F I.V.R.E. 76A - *(N.d.R.)*

(2) Adatto anche l'ipertrolitul - *(N. d. R.)*

NOTIZIE BREVI

CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN ELETTROTECNICA PRESSO IL POLITECNICO DI TORINO

Anche per l'anno accademico 1946-47 il Politecnico di Torino svolge il Corso di Perfezionamento in Elettrotecnica (sezioni: Costruzioni elettro-meccaniche e Comunicazioni elettriche).

Il corso ha come fondamento gli insegnamenti generali di: *Elettrotecnica genearle, Elettrotecnica complementare, Misure elettriche, Impianti elettrici, Costruzioni elettromeccaniche, Comunicazioni elettriche, Trazione elettrica.*

E' inoltre raccomandato agli allievi di seguire, presso la facoltà di Scienze dell'Università, il corso di *Fisica matematica.*

I corsi comuni alle due sezioni sono: *Complementi di misure elettriche* (P. Lombardi); *Teoria generale dei circuiti elettrici* (G. Zin).

Corsi per la Sezione Costruzioni elettromeccaniche: *Complementi di macchine elettriche - Alte tensioni* (A. Carrer); *Complementi di impianti elettrici* (A. Dalla Verde); *Tecnologie delle macchine elettriche* (G. C. Anselmetti); *Materiali per impianti elettrici* (A. Brambilla); *Apparecchi ionici* (C. Costadoni); *Interruttori di grande potenza; misure e prove* (S. B. Toniolo); *Materiali magnetici e conduttori* (V. Zerbini).

Corsi per la Sezione Comunicazioni elettriche: *Propagazione - Antenne - Radiotrasmettitori* (M. Boella); *Tubi elettronici - Misure radiotecniche* (A. Pinciroli); *Radioricevitori* (G. Dilda); *Comunicazioni su filo* (A. Ferrari-Toniolo); *Teoria delle vibrazioni - Acustica generale* (G. Sacerdote); *Elettroacustica* (G. B. Madella); *Acustica tecnica* (A. Gigli); *Prove e misure su radioapparati* (C. Egidi); *Misure su antenne e misure di campo elettromagnetico* (G. Gregoretti).

Corsi monografici: *Oscillatori e circuiti per microonde* (M. Abele; *Impianti con apparecchi ionici* (A. Asta); *Materiali dielettrici* (B. Lavagnino); *Telefonia a correnti vettrici* (E. Soleri).

Per le norme di iscrizione, l'ammissione come allievi interni, si veda quanto è stato pubblicato l'anno scorso [1]. Le lezioni si svolgono dall'8 gennaio al 28 giugno 1947.

LA RICOSTRUZIONE DELL'ASSOCIAZIONE STAMPA TECNICA

Si è tenuta, presso la Camera di Commercio di Milano, l'Assemblea dell'Associazione Italiana della Stampa Tecnica per deliberare circa il rinnovo dello statuto, lo sviluppo e il potenziamento dell'organizzazione e la nomina del nuovo consiglio direttivo. Il Presidente dell'Assemblea, Avv. Wronowski, ha aperto la discussione sui problemi organizzativi e sul programma delle attività dell'associazione, mettendo in risalto la necessità di ridar vita ed autorità alla nuova Associazione che, raccogliendo le adesioni di tutte le riviste, i periodici e le pubblicazioni tecniche, professionali, scientifiche assicuri fra queste una stretta collaborazione.

E' stato quindi approvato un o. d. g. per cui viene dato mandato ad una commissione di 5 membri (composta dal Prof. Piccinini, dall'Ing. Colica, dal Prof. Loppadro, dal Prof. Volta e dal Prof. Lagomaggiore) affinchè entro un mese sia pronto lo schema del nuovo statuto ed il programma di attività da sottoporre all'approvazione dei soci.

(1) Elettronica, I, 1946, p. 207.

"L'ITALIA INVITATA ALLA CONFERENZA SUGLI AIUTI RADIO ALLA NAVIGAZIONE MARITTIMA"

Washington, 12 Febbraio — Gli Stati Uniti hanno invitato 60 Nazioni, compresa l'Italia, a partecipare ad una conferenza internazionale sugli aiuti radio alla navigazione marittima, che si terrà a New York od a New London, nel Connecticut, a cominciare dal 28 Aprile, e che durerà due settimane.

Scopo di questa conferenza è di mettere al corrente i delegati delle direttive degli Stati Uniti nel campo degli aiuti radio alla navigazione e di dimostrare i progressi compiuti dagli Stati Uniti in questo campo.

La conferenza comprenderà discussioni tecniche sullo sviluppo degli studi in materia e dimostrazioni eseguite con gli ultimi tipi di apparecchi, come il Loran ed il Radar. Le conclusioni raggiunte dalla conferenza potrebbero a suo tempo portare ad una normalizzazione mondiale degli aiuti radio alla navigazione.

Gli Stati Uniti sarano rappresentati alla conferenza da rappresentanti dell'industria, del mondo colturale e del governo. Il dottor W. L. Everitt dell'Università dell'Illinois funzionerà da Presidente della conferenza.

Le nazioni invitate alla conferenza sono, oltre all'Italia, quelle che fanno parte dell'ONU, ad eccezione della Bielorussia e della Repubblica sovietica Ucraina, più Finlandia, Ungheria, Irlanda, Portogallo, Spagna, Svizzera, Yemen. La conferenza tuttavia non è in alcun modo collegata con l'attività dell'ONU.

Usis, 12-2-47

"LA VOCE DELL'AMERICA" IN RUSSO

Il Ministro degli Esteri degli Stati Uniti - divisione per la radiodiffusione internazionale - inizia oggi trasmissioni in lingua russa dirette all'Unione Sovietica. « La voce degli Stati Uniti d'America » che trasmette già in 24 lingue, inizia così la nuova serie con un programma che comprende un notiziario internazionale, una spiegazione sulle differenze tra i sistemi costituzionali e la struttura politica dei vari stati, saggi di musica folkloristica e popolare americana e una conversazione sui progressi scientifiici degli Stati Uniti.

Usis, 17 febbraio 1947

STATI UNITI

Organizzazione attuale delle radiodiffusioni — I dati che qui riassumiamo in grande linea, mostrano la situazione attuale della radiodiffusione americana.

Al principio del mese di gennaio 1945 la maggior parte degli Stati Uniti erano collegati a una o più delle 4 reti nazionali. Queste stazioni raggiungono ora il migliaio.

La prima fra queste reti fu la National Broadcasting Company (N.B.C.) creata nel 1926 dalla Radio Corporation of America (R.C.A.).

In seguito la N.B.C. fu divisa in due servizi: la rete Blu (Bleu Network) e la rete Rossa (Red Network). Nel 1944 la Federal Communication Commision (F.C.C.) dichiarò che possedendo due reti di grande importanza, la N.B.C. intralciava la legge della libera concorrenza e concentrava troppi poteri in una sola direzione. Di conseguenza, la Catena Blu divenne un'organismo indipendente chiamato « American Broadcasting Company » (A.B.C.). Al principio del gennaio 1945, 149 stazioni erano affiliate alla N.B.C. e 194 alla A.B.C.

La Columbia Broadcasting System (C.B.S. fu fondata nel 1927. Questa rete attualmente conta 143 stazioni.

La Mutual Broadcasting System (M.B.S.) ha cominciato a funzionare nel 1934. Nel 1945 contava 21 stazioni.

Esistono inoltre ben 32 reti Radiofoniche d'importanza regionale. Linee telefoniche collegano tra di loro le Stazioni affiliate alle reti Queste riservano ogni giorno qualche ora alla diffusione di un programma uguale. Le altre ore vengono concesse ai clienti locali per programmi regionali e commerciali.

La legge sulle trasmissioni (Communication Act), votata nel 1934, organizza la Federal Communications Commission (F.C.C.) organismo creato nel 1927 sotto il nome di Federal Radio Commission e composta da 7 membri designati dal Presidente con l'approvazione del Senato. La F.C.C. applica tutte le disposizioni sulla radiodiffusione prese dal congresso.

Ogni violazione ai regolamenti della Commissione è colpita da una sanzione che può andare anche alla soppressione della licenza di gestione. Le misure prese dalla F.C.C. possono essere oggetto per il ricorso alla giustizia.

La F.C.C. dispone di molti uffici nelle diverse regioni e di sette posti di ascolto per il controllo delle radiodiffusioni.

Gli interessi dei proprietari delle Stazioni Emittenti sono rappresentati e difesi dalla National Association Broadcasting (N.A.B.), il numero dei cui membri è 873. Tutte le categorie di stazioni sono rappresentate. Il territorio degli Stati Uniti è diviso per la N.A.B. in 17 regioni radiofoniche. I rappresentanti Radio di ogni regione si riuniscono annualmente. Un congresso generale ha luogo tutti gli anni. Un consiglio Direttivo di 25 membri decide l'attitudine della N.A.B. di fronte ai differenti problemi degli Associati.

Chi possiede le stazioni emittenti? — Rientrato dopo un soggiorno negli Stati Uniti, il Signor Paolo Gilson, direttore dei programmi della Radiodiffusione francese, riassume come segue la proprietà delle stazioni americane. La stampa fu la prima ad installare stazioni emittenti in America. Numerosi sono i giornali che posseggono stazioni. Nel 1937, sulle 700 stazioni funzionanti allora, più di 200 dipendevano direttamente o indirettamente dei giornail.

Nel 1934 ,sulle 143 stazioni affiliate alla N.B.C. 46 avevano carattere strettamente radiofonico, 49 dipendevano da giornali, 11 da organi industriali, 7 da società di assicurazione, 6 da officine automobilistiche, 5 da ditte commerciali, 4 da alberghi e da teatri, altre da interessati diversi.

Nel 1944, 266 sazioni erano dipendenti da giornali.

In principio i giornali e gli organi della Stampa diedero segni di una certa diffidenza dei riguardi di questo nuovo mezzo di diffusione di notizie che è la radio. Hollywood dà prove oggi di diffidenza analoga verso la televisione; ciò malgrado si sviluppa sempre più la tendenza a coordinare gli interessati della televisione e del cinema. Così, secondo una recente informazione la casa cinematografica Paramount detiene la maggioranza delle azioni della quasi totalità delle stazioni di televisione degli Stati Uniti.

Nel 1922 l'*Associated Press* domandò ai suoi aderenti di non radiodiffondere le notizie fornite dal suo servizio. Ma di fronte ai grandi successi della radio e ai grandi interessi giornalistici acquisiti da un numero sempre crescente di Stazioni le tre grandi Agenzie: Associated Press, United Press e l'International News Service, modificarono i loro atteggiamenti. A partire dal 1928 le notizie furono radiodiffuse; d'altra parte si crearono agenzie di notizie radiofoniche. La più importante, la Transradio Press Service fu costituita nel 1934. Nel 1940 essa aveva come clienti 175 stazioni e più di 50 giornali.

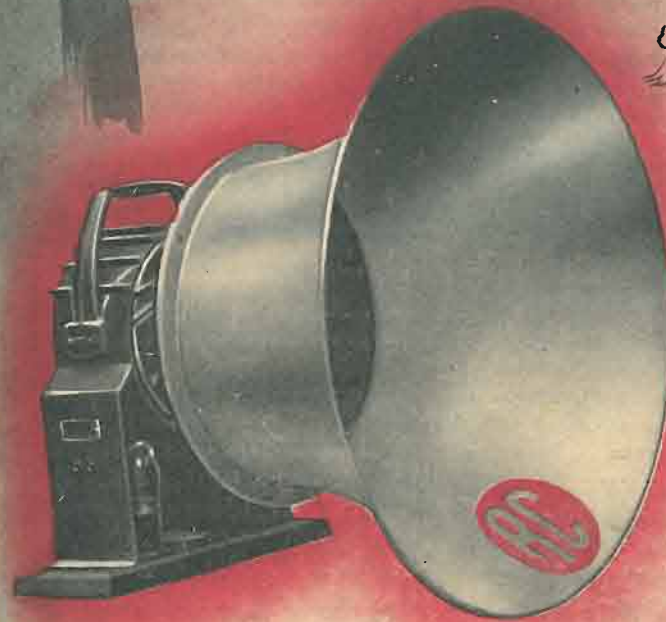
Al presente i giornali più importanti che posseggono stazioni radiofoniche sono il « New York Times » il « Waschington Post » e i giornali del gruppo Marshall Field. Infine esistono 150 stazioni che non sono affiliate ad alcuna rete. La più gran parte di queste stazioni rispondono ai bisogni di carattere locale. 40 stazioni sono proprietà di Collegi e di Università. Molti Municipi posseggono stazioni emittenti.

Esiste ugualmente nella capitale americana, una stazione di carattere non commerciale (WEVD), appartenente ad un gruppo sindacalista progressista.

Bollettino U.I.R., gennaio 1947

UNGHERIA

Organizzazione della radiodiffusione magiara — Il servizio della radiodiffusione ungherese, è assicurato dal mese di agosto 1945 dalla « Magyar Kozponti RT » (Agenzia centrale ungherese d'informazioni S. A.) che non possiede ancora la concessione formale del governo, ma che funziona già da un anno. I negoziati relativi alla concessione governativa sono già a buon punto e la firma avrà luogo entro breve tempo. Come abbiamo accennato, si tratta di un impresa commerciale fondata dai 4 grandi partiti democratici: Piccoli proprietari, Socialdemocratici, Comunisti e Paesani con il consiglio sindacale e la federazione paesana. Questi partiti e gruppi hanno sottoscritto il 95% delle azioni.

(continua a pag. 76)

Lo stato conserva un certo diritto di controllo sulle attività della Radio se queste sono contrarie ai suoi interessi. Le P.T.T. ungheresi forniscono le installazioni tecniche.

Rete attuale: Attualmente sono in servizio le emittenti seguenti:

Budapest I, 549,5 m, 564 kHz, 18 kW;
Budapest II, 280,6 m, 1069 kHz, 8 kW;
Pecs 204,8 m, 1456 kHz, 1,25 kW.

Le trasmissioni si sono riprese 14 settimane dopo la liberazione avvenuta nel maggio del 1945. Al principio le trasmissioni non avevano che una durata di sette ore giornaliere. Oggi la stazione di Budapest I trasmette dalle ore 6,30 alle 24. Budapest II ha incominciato a funzionare il 24 giugno 1946 e trasmette dalle 18 alle 23.

Progetti di sviluppo: E' in progetto l'entrata in servizio delle seguenti stazioni, ai primi del mese di maggio 1947:

Magyarev, 227 m, 1321 kHz 0,4 kW;
Miskole, 208 m, 1438 kHz 1 kW.

Nel 1947 le potenze di Budapest I e di Budapest II saranno portate a 120 kw. Le potenze delle stazioni di Pecs e Miskol a 10 o 20 kw. Si progetta l'installazione di una stazione a Nyregyhaza. L'organismo ungherese lavora attualmente per l'installazione di due reti emittenti a onde corte d'una potenza di 50 kW ciascuna.

U.I.R.,

GERMANIA

Zona Americana — Secondo una legge promulgata dal Consiglio Nazionale di Stuttgart, le attribuzioni della Reichspost sulla Radio Tedesca si limitano d'ora in avanti alla riscossione delle tasse delle Licenze e alla lotta contro le interferenze.L'esercizio delle Stazioni di Radio diffusione e l'organizzazione dei programmi vengono fatti interamente da Società di radiodiffusioni.

Zona Russa — La ditta tedesca Lorenz lavora attualmente per l'impianto delle nuove Stazioni emittenti a Bernburg, Dresda e Erfurt, dopo aver già costruito una stazione a Schwerin. Tutte queste emittenti avranno una potenza di 20 kW. Le autorità di occupazione smontano gli impianti della Casa della Radio di Berlino. Una parte di questi apparecchi servirà alla costruzione di una emittente militare russa che sarà utilizzata sull'onda lunga di Berlino.

U.I.R.,

FRANCIA

Rete francese e nuove emittenti — Al 26 marzo 1946 la rete nazionale della Radiodiffusione francese comprendeva 25 stazioni totalizzando una potenza di 570 kW e la rete parigina 10 stazioni totalizzando 97 kW. La potenza della stazione sulle onde medie è attualmente ristabilita nella proporzione del 50 per cento rispetto alla potenza teoricamente disponibile nel luglio del 1944. Sta inoltre per essere rimessa in efficenza una rete ad onde corte. Infine saranno messe in servizio prossimamente le seguenti nuove stazioni:

Marseille Realfort	20 kW
Pau	20 kW
Lille Champin I.	100 kW
Rennes Thourie I.	100 kW
Lyon Tramoyes I	100 kW
Bordeaux Neac	100 kW
Dijon I.	20 kW
Marseille Realfort II.	20 kW
Toulouse Muret II.	20 kW

Questo programma e questo aumento di potenza prelude ad un piano decennale e i dati potranno essere precisati tra breve tempo.

Quasi tutte le ordinazioni passate all'Industria, sottolinea il signor Stefano Mallein direttore generale dei servizi tecnici della radiodiffusione francese e della « Televisione francese » si sono trovate ritardate per la penuria di materie prime.

Per il bisogno delle Reti metropolitane sono necessarie una cinquantina di stazioni. Ora la Francia in virtù delle convenzioni internazionali non dispone che di 24 lunghezze d'onde corte, perciò si dovrà ricorrere alla sincronizzazione, provvedimento delicato che complica l'utilizzazione.

U.I.R.,

U.R.S.S.

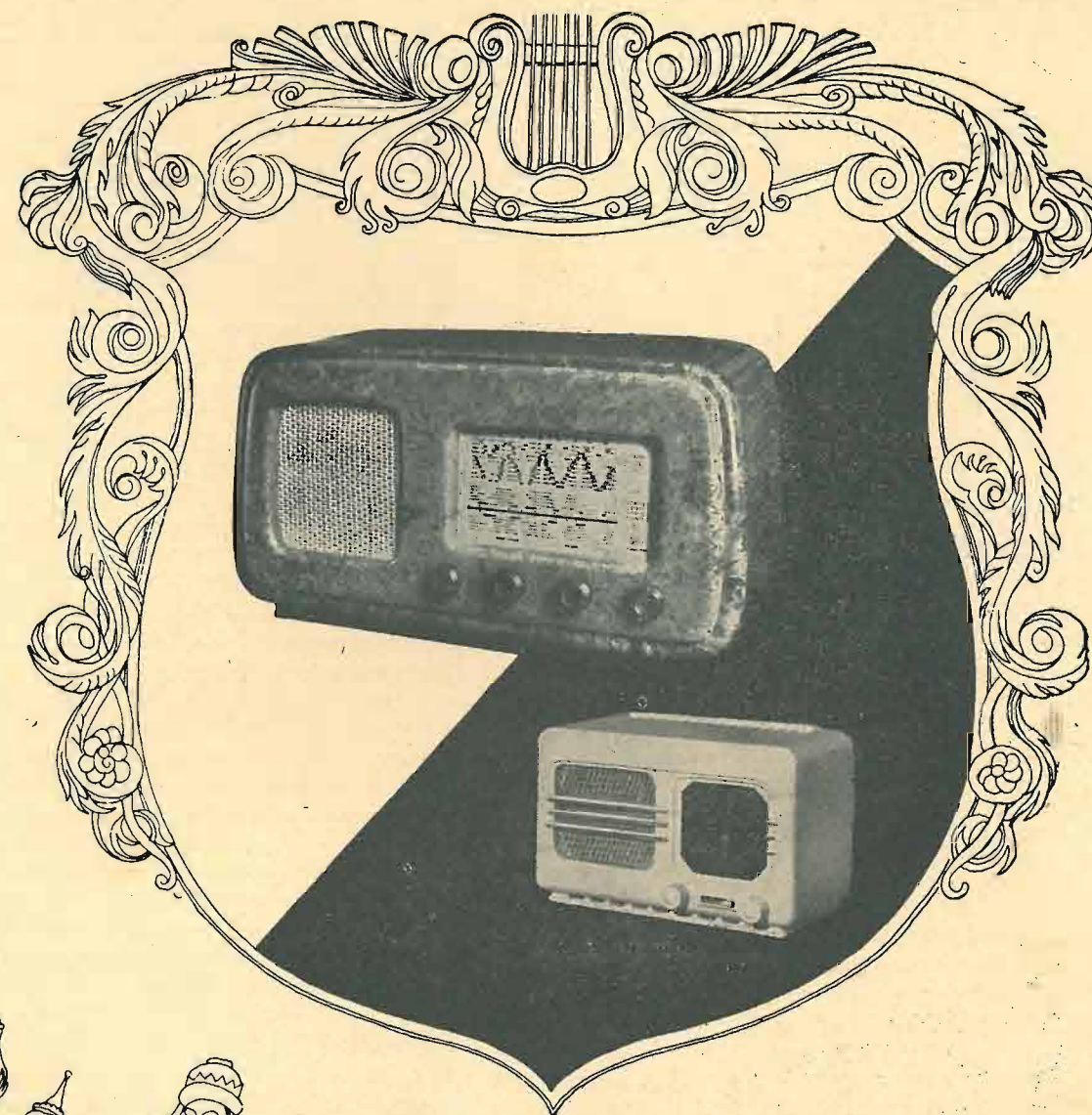
Sviluppo della televisione — Diamo alcuni particolari presi dalla Rivista « Nas Rozhlas », sullo sviluppo della televisione in Russia.

Le nuove Stazioni di televisione previste per Mosca, Leningrado, Sverdlovsk, Kiev saranno unite tra di loro con un cavo ad alta frequenza costruito secondo la tecnica moderna. Un nuovo modo di proiezione consentirà una trasmissione d'immagini di 625 linee. Questo renderà possibile una proiezione più perfetta sullo schermo del cinema. La produzione dei ricevitori di televisione è attualmente molto sviluppata e la produzione in grande serie comincerà prossimamente.

U.I.R.,

CANADÀ

La televisione a Montreal e a Toronto — M. A. Davidson Dunton del consiglio della direzione della Canadian Broadcasting Corporation, ha annunciato il 20 novembre la decisione presa da questo organo per studiare l'installazione dei servizi di televisione a Montreal e a Toronto. Diverse imprese interessate allo sviluppo della televisione canadese, oltre alla C.B.C., parteciperanno eventualmente all'esercizio di questi servizi.

U.I.R.,

RASSEGNA DELLA STAMPA RADIO-ELETTRONICA

R. VAUDETTI: ***Sistema di modulazione di trasmettitori radiofonici.*** «Alta Frequenza» XV, n. 4, dic. 1946, p 227 ÷ 235 con 7 figure.

Viene descritto un nuovo sistema per la modulazione di ampiezza che, pur facendo ricorso ad uno stadio finale dell'amplificatore di B. F. controfase in classe B (modulatore) e ad uno stadio a R. F. in classe C (modulato) come nel sistema classico, non richiede il trasformatore di modulazione che, com'è noto, è un organo di costruzione difficile e costosa, specialmente per grandi potenze.

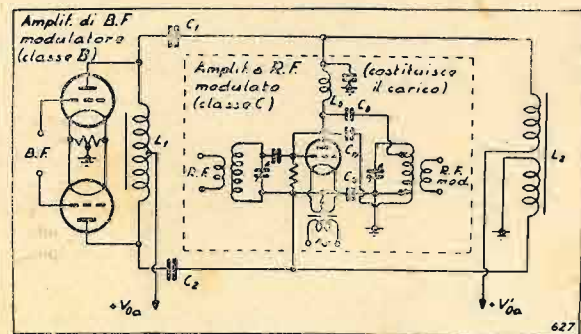



Fig. 1 - Schema di principio del nuovo modulatore. Lo stadio modulato è ad un solo tubo.

Lo schema di principio è rappresentato nei due casi, del tutto analoghi, di un solo tubo modulato e di due tubi modulati funzionanti in controfase, nelle figure 1 e 2. Le due tensioni di B.F., eguali ed opposte, che si manifestano sulle placche dei tubi modulatori, sono applicate, attraverso ai condensatori C_1 e C_2, al catodo e all'anodo del circuito modulato (racchiuso in un rettangolo tratteggiato) che costituisce il carico del circuito modulatore. Di conseguenza gli elettrodi del tubo (o tubi) modulato non sono a potenziale costante e per-

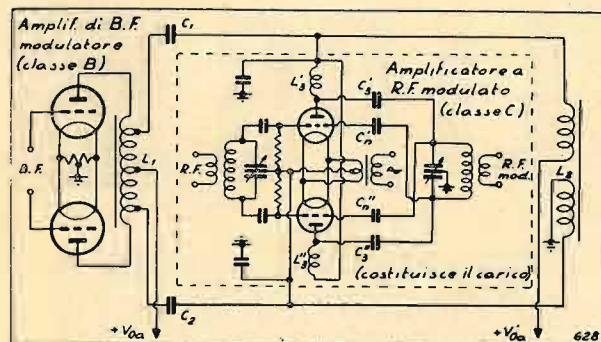



Fig. 2 - Schema di principio del nuovo modulatore. Lo stadio modulato è a due tubi in controfase.

ciò l'alimentazione deve venire applicata attraverso a due induttanze d'arresto che fanno parte dell'unica bobina a nucleo di ferro L_2. I condensatori C_3 e C_4, che devono avere una reattanza bassa per le R. F. ed elevata per le B. F., possono nel campo delle onde medie, avere il valore di 1000 pF.

Si può notare che le tensioni di B. F., simmetriche verso terra, si trovano applicate a tre circuiti in parallelo: L_1, L_2 e il tubo (o i tubi) modulato che costituisce la resistenza di carico dei tubi modulatori e che indicheremo con R_0. Occorre perciò che le reattanze di L_1 ed L_2 siano grandi rispetto ad R_0 e che quest'ultima abbia il valore adatto per i tubi modulatori.

La prima condizione è più facile da attuare per L_1 (giacchè in questa le correnti magnetizzanti nelle sue due sezioni si fanno equilibrio cosicchè il nucleo ha una magnetizzazione media nulla) un po' meno per la L_2 ove le due correnti magnetizzanti si sommano. Conviene perciò, a parità di reattanza del parallelo di L_1 con L_2, fare $L_1 > L_2$.

La seconda condizione può essere attuata scegliendo opportunamente il tubo (o i tubi) modulato rispetto a quelli modulatori. Un adattamento entro limiti ristretti può anche essere ottenuto predisponendo opportune prese nella induttanza L_1 (come è indicato in figura 2) che, in tal caso, funziona da autotrasformatore. Il rapporto deve essere piccolo altrimenti riappaiono parzialmente le difficoltà relative al trasformatore di modulazione.

E' inoltre indicato un circuito adatto allorchè il rapporto delle impedenze è di due in discesa.

L'accensione dei filamenti dei tubi modulati si deve effettuare mediante trasformatori con ridotta capacità del secondario verso massa.

La simmetria della tensione di modulazione rispetto a massa consente di applicare agli stadi di B. F. (tutti in controfase) una controreazione molto spinta che, partendo dal carico, viene inserita direttamente nel circuito di ingresso. Poichè anche senza controreazione vi sono le condizioni favorevoli per ottenere basse distorsioni, i risultati ottenuti con la controreazione così spinta sono particolarmente favorevoli.

Nel laboratorio della R.A.I. sono già stati costruiti tre trasmettitori da 10 kW ed uno da 75 kW. Le caratteristiche dei primi sono: P_u = 11 kW; P_a = 30 kW per m = 0 e 41 kW per m = 100 %; distorsione a 50, 400, 1000 Hz minore dell'1 % fino ad m = 100%; variazione di m in funzione della frequenza ± 0,5 dB fra 25 e 12 000 Hz; rumore di fondo — 56 dB rispetto ad m = 100 %; reazione negativa 26 dB.

Le bobine hanno le seguenti caratteristiche: L_1: 50 H, 96 Ω, induzione max. nel ferro 0,82 Wb/m², peso (con olio) 415 kg.; L_2 : 25 H con 1,5 A c. c., 58 Ω, 0,86 Wb/m²; 710 kg.

Lo schema di tali trasmettitori da 10 kW è riportato in figura 3. Per evitare le rotazioni di fase lo stadio pilota del modulatore è ad accoppiamento diretto sul catodo.

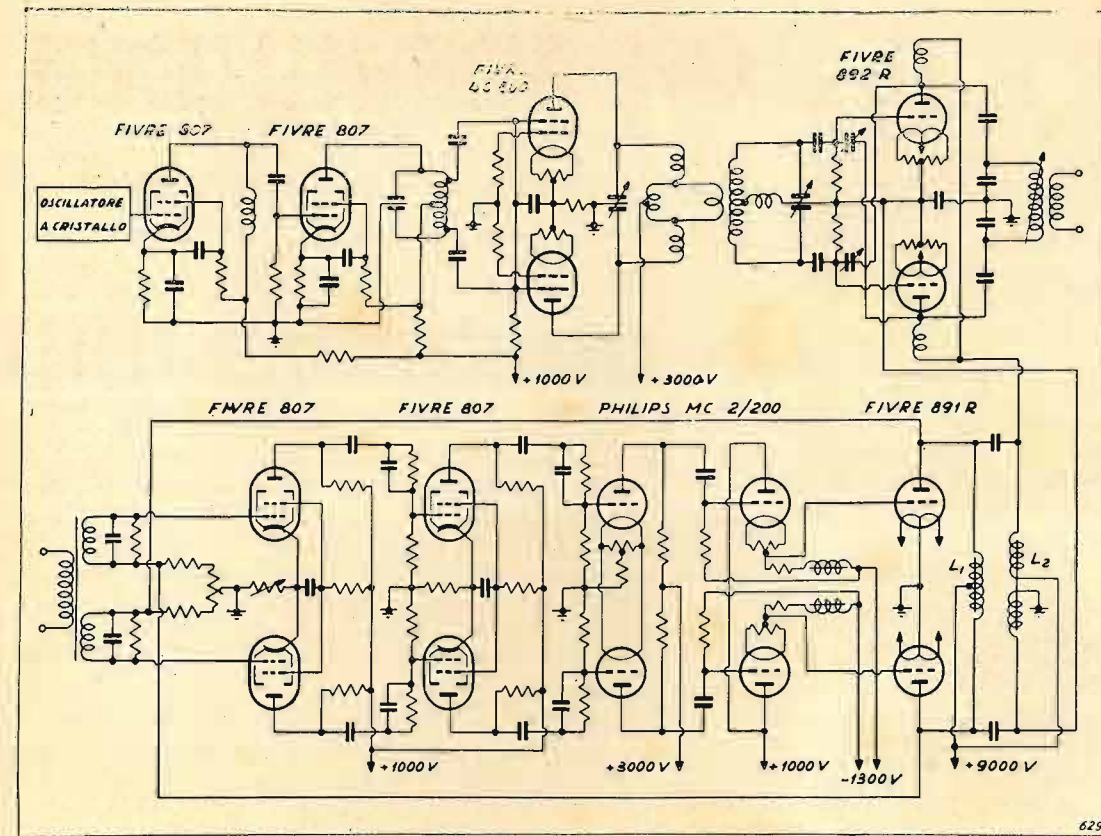



Fig. 3 - Schema di un trasmettitore da 10 kW modulato secondo il nuovo principio. La R. A. I. ha già costruito tre trasmettitori secondo questo principio.

Infine quando i circuiti del modulatore sono del tipo controfase a resistenza e capacità come in figura 3, cosicchè non esiste un effetto di induzione fra i due tubi in opposizione di ciascuno stadio, è opportuno che la controreazione sia incrociata cioè che il collegamento che parte dall'anodo di un tubo modulatore vada a finire all'ingresso del canale che comanda l'altro tubo modulatore. Per ottenere ciò il numero di stadi fra la placca dell'ultimo (modulatore) e la griglia del primo (ingresso) deve essere dispari.

G. D.

F. IANNONE - H. BALLER: ***Amplificatori ad accoppiamento diretto con tubo a gas.*** (Gas-tube coupling for D. C. Amplifier) «Electronics» XIX, n. 10, Ottobre 1946, pagg. 106-107 con 3 figure.

E' noto che il problema dell'alimentazione in amplificatori per accoppiamento diretto a stadi in cascata è laborioso da risolvere. Ad ogni stadio occorre una ulteriore sorgente di potenziale che talvolta può causare danni all'isolamento dei tubi e dare origine a cadute di tensione.

La controreazione è di grande aiuto in questi casi, pur tuttavia è bene progettare questi circuiti con piccolo numero di stadi. La figura 1 mostra alcuni metodi di accoppiamento. In (a) vi è un accoppiamento diretto senza alcuna perdita di trasferimento, ma in tale cir-

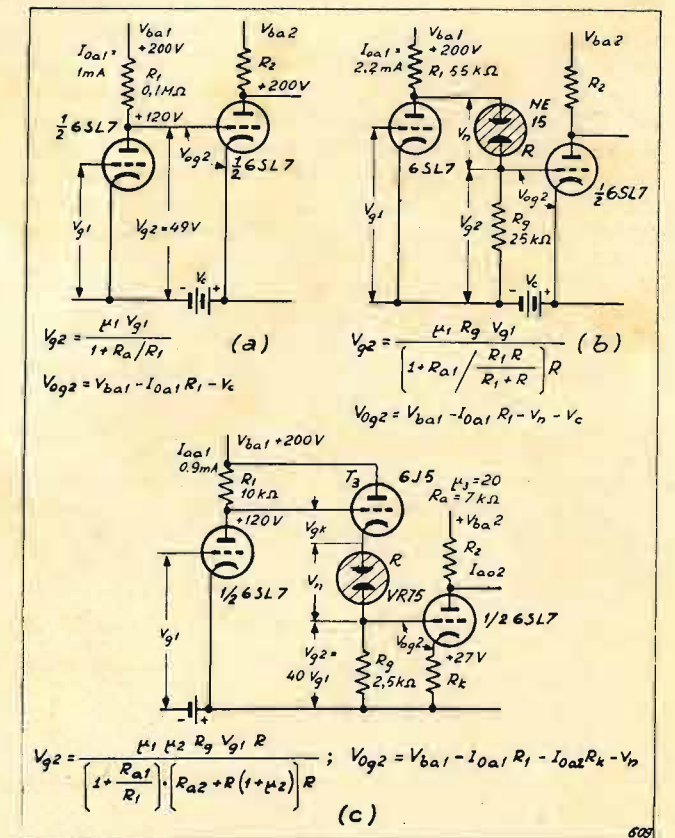



Fig. 1 - Vari circuiti per l'accoppiamento diretto.

cuito si hanno gli inconvenienti sopra accennati. Il secondo circuito (b) usa per l'accoppiamento un tubo a gas. La scelta del valore della resistenza di griglia del secondo tubo è fatta in base ad un compromesso. Essa è minore della resistenza in c. c. (V/I) presentata dal tubo a gas ma maggiore di quella prseentata in c. a. ($\Delta V/\Delta I$) cosicchè una percentuale della tensione continua anodica del primo tubo è trasferita alla griglia. D'altra parte attraverso il tubo a gas si verifica una caduta di tensione anche per le componenti alternative con conseguente riduzione dell'amplificazione.

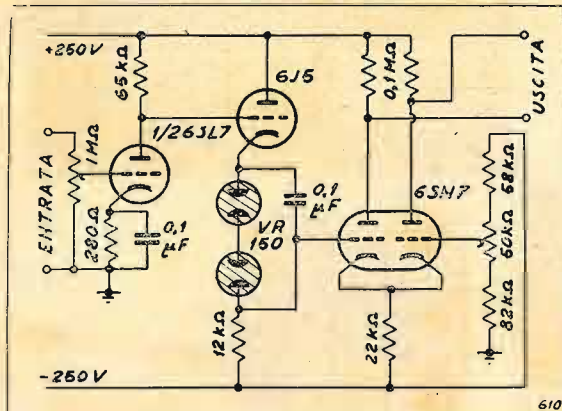



FIG. 2 - Circuito ad accoppiamento diretto per l'amplificatore delle tensioni applicate alle placche deflettrici di un tubo a raggi catodici.

In figura 1c è schematizzato un circuito facente uso di controreazione sul circuito catodico per aumentarne la stabilità di funzionamento. Questo circuito non è affetto dagli inconvenienti riscontrati in (b). Il carico costituito dal triodo 6J5 con il circuito catodico costituito dal tubo a gas e dalla resistenza di griglia dello stadio seguente non diminuisce il guadagno del primo stadio. La corrente continua che circola nel tubo a gas segue un cammino separato dalla corrente continua di placca del primo stadio venendo così ad essere indipendente dalla resistenza in continua offerta dal tubo a gas con il solo requisito che la resistenza di griglia del secondo stadio sia molto più grande della resistenza dinamica del tubo a gas.

Questo tipo di accoppiamento diretto presenta notevoli vantaggi specie nel caso degli oscilloscopi e nella figura 2 è mostrato un circuito per le placche deflettrici di un tubo a raggi catodici. Esso ha un guadagno di circa 400 ed ha una resa piana sino a 10 (KHz) a meno di 1 dB.

R. Z.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

Alta Frequenza. XV, n. 4, dicembre 1946.
Ricerca Scientifica. XVI, n. 11, novembre 1946.
Ricerca Scientifica. Supplemento al fascicolo XVI, n. 8, agosto 1946.
Tecnica Elettronica. I, n. 7, ottobre 1946.
Radio Industria. XI, n. 1-2, gennaio-dicembre 1946.
L'Elettrotecnica. XXIII, n. 12, dicembre 1946.
Rivista Marittima. LXXIX, n. 12, dicembre 1946.
Bollettino Informazioni C. G. E. VII, n. 4, ottobre-dicembre 1946.
Radio Schemi. II, n. 19-20, novembre-dicembre 1946, III, n. 1-2, gennaio-febbraio 1947.
Radar. Supplemento al Bollettino d'ingegneria edito dall' U. S. I. S.
Radio News. XXXVII, n. 1 e 2, gennaio e febbraio 1947.
The General Radio Experimenter. XXI, n. 7 e 8, dicembre 1946 e gennaio 1947.
GENERAL RADIO C.: *New Variac* (catalogo).
Review Tecnique Philips. VIII, n. 5, 6. 7 e 8, maggio, giugno, luglio e agosto 1946.
The Engineer's Digest. VIII, n. 2, febbraio 1947.
Revista Electrotecnica. XXXIII, n. 1, gennaio 1947.
Radio Craft. XVIII, n. 1, gennaio 1947.
R. C. A. Review. VII, n. 4, dicembre 1946.
Documentez Vouz. Serie A, n. 5.